

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

LUCAS VINICIUS MARCHIORO

A EVOLUÇÃO DAS TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS DA INTERNET

CURITIBA
2015

LUCAS VINICIUS MARCHIORO

A EVOLUÇÃO DAS TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS DA INTERNET

Monografia apresentada para conclusão de curso de Bacharelado em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Paulo Fuck

CURITIBA
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

LUCAS VINICIUS MARCHIORO

A EVOLUÇÃO DAS TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS DA INTERNET

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas a seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Marcos Paulo Fuck

Setor de Ciências Sociais Aplicadas

Universidade Federal do Paraná

Prof. Dra. Carolina Bagattolli

Setor de Ciências Sociais Aplicadas

Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Wellington da Silva Pereira

Setor de Ciências Sociais Aplicadas

Universidade Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram e que continuam apoiando em todos os momentos necessários. A todos os professores do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná, os quais me ajudaram a desenvolver o pensamento crítico e me presentearam com conhecimento. Em especial, ao professor Marcos Paulo pela orientação e pelo apoio deste trabalho.

RESUMO

Hoje a Internet é um dos principais meios de comunicação mundial, com cerca de 45% da população total sendo usuária da tecnologia. A rede de computadores é a simbolização de um novo padrão de interações econômicas e sociais. Diante desse cenário, o objetivo de estudo dessa monografia é mostrar como ocorreu a trajetória tecnológica e econômica da internet através da linha do tempo, desde os seus primórdios, onde inicialmente foi apresentada com o objetivo de ser uma tecnologia de defesa dos Estados Unidos da América, passando por períodos de dificuldade de abertura para a sociedade em geral, até a sua consolidação como um elemento chave do atual paradigma tecnoeconômico, transformando o modo de organização social, comportamentos e principalmente a economia. Para analisar a sua trajetória tecnológica, foram feitos ao longo do trabalho diversos paralelos com a teoria neoschumpeteriana, tais como padrões tecnológicos, tipos de aprendizado e inovações. Além disso, é enfatizado o importante papel do governo durante o período de difusão tecnológica.

Palavras-chave: internet; inovação; difusão tecnológica; teoria neoschumpeteriana.

ABSTRACT

Today, the internet is one of the main sources of world media, with approximately 45% of the total world population being a user of this technology. The computers web is the symbol of modernization and imposes new rules on the economy and society. Along this scenario, the objective of this study is to show how occurred the technological and economic trajectory of the internet through a timeline, since the onset of the technology, where initially was submitted as a defense weapon of the United States of America, passing by periods of hardness from the acceptance for the general society, until its consolidation as a tecnoeconomic paradigm, transforming the social organization, behavior and mainly economics. To analyze its techonological trajectory, were made throughout the work a lot of parallel with the neo-schumpeterian theory, as techonological patterns, types of learning and innovation. Besides, is emphasized the significance of the government's role over the technological diffusion period.

Keywords: internet; innovation; technological diffusion; neo-schumpeterian theory.

LISTA DE SIGLAS

AOL - *America Online*

ARPA - *Advanced Research Projects Agency*

AT&T - *American Telephone and Telegraph*

BBN - *Bolt, Beranek and Newman*

CDs - *Compact Disc*

DNS - *Domain Name System*

DOE - *U.S Department Of Energy*

HTTP - *Hypertext Transfer Protocol*

IP - *Internet Protocol*

IPTO - *Information Processing Techniques Office*

LHC - *Large Hadron Collider*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*

NSFNet - *National Science Foundation Network*

TCP – *Transmission Control Protocol*

UHF - *Ultra High Frequency*

USC - *University Of Southern California*

WWW - *World Wide Web*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 – MODELO DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA E PARADIGMAS TECNOECONÔMICOS.....	14
GRÁFICO 2 – INTERNET DENTRO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DE PEREZ.....	33
GRÁFICO 3 – NÚMERO DE USUÁRIOS NA INTERNET DE 1993 a 2000.....	38
GRÁFICO 4 – NÚMERO DE USUÁRIOS NA INTERNET DE 1993 a 2013.....	42
GRÁFICO 5 – PREVISÃO DA CONTRIBUIÇÃO DAS APLICAÇÕES ADVINDAS DA INTERNET NO CRESCIMENTO DO PIB NO PERÍODO DE 2013-2025 EM SETORES QUE TERÃO IMPACTO SUBSTANCIAL NA ECONOMIA CHINESA.....	43
IMAGEM 1 – COMUTAÇÃO DE PACOTES DE PAUL BARAN.....	23
IMAGEM 2 – SERVIDORES DE INTERNET NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA EM 1986.....	20
QUADRO 1 – OS PARADIGMAS TECNOECONÔMICOS.....	15
QUADRO 2 – CAMADAS DA INTERNET E SEUS PROTOCOLOS.....	20

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 REFERENCIAL TEÓRICO	11
1.1 OS CONCEITOS DE INVENÇÃO, INOVAÇÃO E DIFUSÃO	11
1.2 PARADIGMAS, TRAJETÓRIAS E APRENDIZADO	14
2 O INÍCIO DA TECNOLOGIA DE REDES	19
3 TECNOLOGIAS DE REDES EM SEU ESTÁGIO INICIAL DE DIFUSÃO	28
4 OS ANOS 90 E A ABERTURA DA INTERNET PARA O USUÁRIO COMUM	34
5 A WEB 2.0 E A CONSOLIDAÇÃO DE UM NOVO PARADIGMA TECNOECONÔMICO	39
6 O PAPEL DO GOVERNO COMO AGENTE CATALISADOR DA DIFUSÃO	45
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50

INTRODUÇÃO

O objetivo geral desta monografia é analisar como ocorreu o processo da difusão da internet desde o seu início, como tecnologia de defesa dos Estados Unidos, em 1961, até os dias atuais. A internet hoje é uma tecnologia que dita ritos e costumes da sociedade atual, alterando também a forma da economia vigente e do mercado.

Assim, a análise da trajetória tecnológica, de sua difusão e da consolidação de um novo paradigma tecnoeconômico centrado em tecnologias de informação e comunicação e, cada vez, mais a internet, é analisada a partir de trabalhos escritos por autores como Nathan Rosenberg, Chris Freeman e Carlota Perez. Esses trabalhos, de inspiração neoschumpeterina, sugerem que a tecnologia sofre diversas alterações durante sua trajetória, desencadeando uma série de transformações, não só em si mesma, mas também na sociedade e em tecnologias similares ou complementares. De acordo com Conceição (2000, p.58), esse fenômeno afeta também os costumes sociais e os hábitos institucionalizados na sociedade como um todo.

Quanto aos objetivos específicos, a monografia tem como finalidade: i) apresentar como ocorreu o processo de difusão da internet; ii) mostrar como a trajetória tecnológica da internet se aplica aos conceitos neoschumpeterianos, tanto nas trajetórias quanto nos paradigmas tecnoeconômicos, conforme descrito por Carlota Perez e Chris Freeman, associando à tese de ondas longas; iii) apresentar a origem do progresso técnico, mostrando que no caso da internet não foi proveniente apenas como resultado da natureza do setor em que são geradas, mas advinda também de fatores institucionais.

Foi necessário, para o estudo do processo, abordar as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento da tecnologia e como foram superadas. Como referência principal, foram utilizadas as obras *“Forbes Greatest Technology Stories: Inspiring Tales of the Entrepreneurs and Inventors Who Revolutionized Modern Business”* de Jeffrey S. Young e *“Os Inovadores”* de Walter Isaacson. A fim de destacar dados e analisar mais a fundo os programas feitos na época, foram utilizado os sites *Living Internet* e *Internet Hall Of Fame*, além de dados do Banco Mundial. Já para definir os conceitos de trajetória tecnológica, paradigmas tecnoeconômicos e demais análises econômicas, foi utilizada uma

compilação da bibliografia relevante ao tema, como livros, teses e artigos acadêmicos, assim como o trabalho original de Manuel Castells, titulado “A Sociedade em Rede”.

Enquanto o primeiro capítulo traz uma revisão teórica abordando a evolução do pensamento schumpeteriano e as definições de seus sucessores, o capítulo dois expõe o início da trajetória tecnológica da internet na qual a tecnologia não possuía definição e nem objetivos tão claros, que foram sendo mudados junto ao seu desenvolvimento e a implementação de tecnologias complementares. Já o capítulo três mostra o período em que a internet começa a ser difundida entre os estados norte-americanos e no mundo como um todo, apesar de ainda ser de uso quase que exclusivo de universidades, centros de pesquisa e unidades militares. O capítulo quatro, por sua vez, mostra a internet no princípio do seu segundo estágio da trajetória de difusão, no qual o grau de maturidade da tecnologia é crescente e há uma direção mais clara de sua trajetória. O capítulo cinco apresenta a consolidação da rede mundial de computadores na sociedade, enquanto o sexto capítulo exhibe a importância do governo no processo de difusão, principalmente nos momentos iniciais da tecnologia. Por fim, apresenta-se a conclusão.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 OS CONCEITOS DE INVENÇÃO, INOVAÇÃO E DIFUSÃO.

Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) foi um dos economistas mais influentes do século XX e o primeiro autor que separou as noções de invenção, inovação e difusão da tecnologia e demonstrou o papel da inovação tecnológica no desenvolvimento da economia capitalista.

Para explicar como surgem as inovações, e como elas são um fator chave do desenvolvimento econômico, o autor elabora um modelo econômico circular, onde existe um Estado organizado comercialmente, no qual vigora a propriedade privada, a divisão do trabalho e a livre concorrência (SCHUMPETER, 1911, p.25). Neste modelo, Schumpeter afirma que o produtor não saberia o quanto de sua matéria prima seria demandado em formato do produto final em um período inicial, descobrindo a quantidade certa de produção somente após uma longa experiência.

Segundo Schumpeter, neste modelo todos os vendedores são consumidores em mesma instância e, desta forma, ocorre o fluxo circular com todos seus agentes.

Suponhamos que cada um venda toda a sua produção e, na medida em que a consome, é o seu próprio freguês, já que, na verdade, tal consumo privado é determinado pelo preço do mercado, ou seja, indiretamente pela quantidade de outros bens obtível com a restrição do consumo privado de seu próprio produto; e suponhamos, ao contrário, que a quantidade de consumo privado atue sobre o preço de mercado exatamente como se a quantidade em questão aparecesse realmente no mercado. Todos os homens de negócios estão, portanto na posição do agricultor. São todos, ao mesmo tempo, compradores — com o propósito de produzir e consumir — e vendedores. (SCHUMPETER, 1911, p. 26)

Segundo o autor, o que altera este fluxo circular são as inovações que realizam um processo de grandes mudanças na economia, sendo um aspecto chave no que tange o desenvolvimento econômico.

Essas inovações geram desenvolvimento dentro do sistema econômico e quebram o fluxo anteriormente estabelecido, conquistando novas combinações dos recursos disponíveis que aparecem descontinuamente. O autor define e difere inovação de uma simples invenção através de cinco pontos principais, descritos abaixo:

- 1) Introdução de um novo bem — ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados — ou de uma nova qualidade de um bem.
- 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria.
- 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não.
- 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada.
- 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1911, p. 76)

Em contrapartida, o autor define como difusão a disseminação da invenção por todo o mercado potencial (STONEMAN; DIEDEREN, 1994, p.918). Em outras palavras, a difusão é parte do processo que as invenções passam para se tornar efetivamente uma inovação na visão schumpeteriana.

A difusão passou por diversos modelos até chegar ao modelo abordado nesta monografia desenvolvido por Freeman e Perez (1988). Segundo Furtado (2006), os primeiros modelos foram gerados durante as décadas de 1950 e 60, buscando identificar os principais fatores econômicos que determinariam a velocidade da difusão, porém, começou-se a conceber que o universo de usuários não era perfeitamente previsível devido às imperfeições da informação.

Segundo Furtado (2006), a corrente evolucionária, diferentemente da visão de Schumpeter - que dava mérito apenas para as inovações radicais no desenvolvimento econômico, chama a atenção para as inovações incrementais, as quais conectam a inovação e difusão. “O processo de difusão da inovação leva, ele mesmo, a novas inovações, em geral de caráter incremental” (FURTADO, 2006, p. 169).

Freeman (1982) buscou enfatizar a importância econômica do processo de difusão e como as inovações atraem imitadores, que acabam complementando o processo de inovação:

O que importa é a difusão dessa inovação, quando os imitadores começam a perceber o lucro potencial do novo produto ou processo e começam a investir nele pesadamente. (...) Uma vez iniciado, o transbordamento possui um efeito multiplicador de gerar demanda adicional na economia por bens de capital (de novo e velho tipo), por materiais, componentes, distribuição, instalações e, evidentemente

trabalho. Isto, por sua vez induz uma nova onda de inovações aplicadas a processos. É a combinação de inovações relacionadas e induzidas que dá lugar para efeitos dinâmicos na economia como um todo (FREEMAN, 1982, p.5).

Perez e Freeman (1988, p.45) dividem as inovações em quatro tipos: Inovação Incremental, Inovação Radical, Novos sistemas tecnológicos e Mudanças nos paradigmas tecnoeconômicos. As inovações incrementais, Segundo Freeman e Perez (1988), ocorrem continuamente em qualquer tipo de indústria ou serviço, dependendo de pressões da demanda, fatores sócios culturais e oportunidades tecnológicas. Outra possibilidade de surgimento de inovações incrementais ocorre por conta de pequenas melhorias advindas dos centros de atividades focadas em pesquisa e desenvolvimento. Essas inovações são continuamente associadas com a melhoria de tecnologias e da qualidade dos produtos, e, apesar de em conjunto terem efeitos grandiosos sobre a produtividade de um modo geral, uma inovação incremental analisada isoladamente não possui grandes efeitos. Outro aspecto importante das inovações, segundo Rosenberg (1982) é a complementaridade das inovações, as quais dificilmente são realizadas isoladamente: “as tecnologias dependem umas das outras e interagem entre si em modos que não são aparentes”.

Já uma inovação radical é normalmente introduzida em uma primeira versão da tecnologia: uma vez que o mercado passe a aceitar esta nova invenção, ela está sujeita a inovações radicais seguindo uma trajetória tecnológica (PEREZ, 2010, p.186).

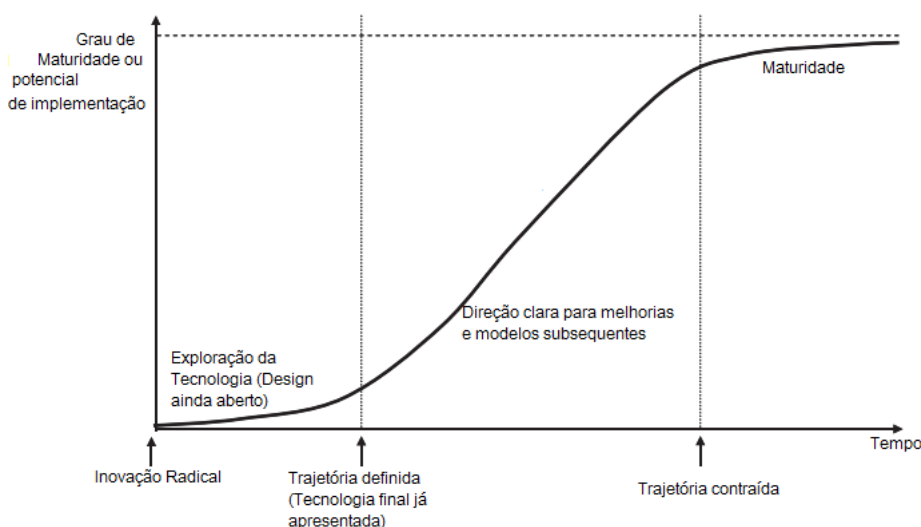
Os Sistemas tecnológicos, por sua vez, segundo Perez (2010, p.188) são constelações que englobam inovações radicais e incrementais que acabam por se inter-relacionar técnica e economicamente, gerando impactos econômicos, e dando oportunidade de crescimento para novos setores. Estes sistemas são de suma importância nos paradigmas tecnoeconômicos, que ocorrem quando os efeitos das inovações fazem com que ocorra uma mudança de comportamento em toda a economia e modificando a maneira de organização estrutural sócio institucional (PEREZ e FREEMAN, 1988, p.47).

Analisando a internet como tecnologia sob o ponto de vista de Perez e Freeman (1988), a rede mundial de computadores pode ser analisada como um conjunto de inovações radicais e incrementais, transformando-se em um sistema

tecnológico, que por sua vez culminou em um paradigma tecnoeconômico, transformando a economia e a sociedade de maneira geral.

Em trabalho mais recente relacionando difusão tecnológica e paradigmas tecnoeconômicos, Perez (2010) afirma ainda que as mudanças durante a difusão tecnológica costumam ocorrer de forma lenta no começo, enquanto os produtores, distribuidores e consumidores comprometem-se em aprender mais sobre o processo; uma vez atingido um *design* predominante que se consolida no mercado, a tecnologia se difunde rápida e intensivamente e, quando atinge a maturidade, a inovação passa a crescer em margens decrescentes. Sendo assim, quando colocado em um gráfico cartesiano, a difusão forma uma curva em “S”. Hoje, conforme será analisado ao longo do trabalho, é possível dizer que a internet esteja atravessando o ponto de trajetória definida para o de trajetória contraída, passando anteriormente por todos os estágios os quais Perez (2010) descreveu.

GRÁFICO 1 – MODELO DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA E PARADIGMAS TECNOECONÔMICOS



FONTE: PEREZ (2010, p. 187).

1.2 PARADIGMAS, TRAJETÓRIAS E APRENDIZADO

Dosi (1982, p. 152) define o paradigma tecnológico como um ‘modelo’ ou um ‘padrão’ de soluções de uma gama de problemas de cunho técnico, a partir de princípios derivados do conhecimento científico e das práticas produtivas. Segundo Rovere (2006, p.290) este autor se concentra mais nas características técnicas da inovação, sem levar em consideração o fato de que em várias economias,

principalmente as economias de países em desenvolvimento, diversos fatores institucionais podem ser determinantes nos processos de inovação e modernização das empresas.

Já Freeman e Perez (1988) descreveram as principais características dos sucessivos paradigmas tecnoeconômicos desde a 1ª Revolução Industrial, diferenciando este tipo de paradigma do imposto por Dosi (1982). No caso do atual paradigma, iniciado por volta de 1980, a principal característica se refere às tecnologias de informação e comunicação; as indústrias-chave são as de computadores, produtos eletrônicos, software, telecomunicações, novos materiais e serviços de informação; o fator-chave é o microprocessador; e a principal forma de organização industrial e de competição é a rede¹ de firma. Essas características podem ser mais bem observadas a partir da tabela 1:

QUADRO 1 – OS PARADIGMAS TECNOECONÔMICOS

Períodos	Descrição	Indústrias-Chave	Fatores-Chave	Organização Industrial
1770-1840	Mecanização	Textil, química, metalmeccanica, cerâmica	Algodão e ferro	Pequenas empresas locais
1840-1890	Máquinas a vapor e ferrovias	Motores a vapor, máquinas-ferramenta, máquinas para ferrovias	Carvão, sistema de transportes	Empresas pequenas e grandes; crescimento das sociedades anômicas
1890-1940	Engenharia pesada e elétrica	Estaleiros, produtos químicos, armas, máquinas elétricas	Aço	Monopólios e oligopólios
1940-1980	Fordista	Automobilística, armas, aeronautica, bens de consumo duráveis	Derivados de Petróleo	Competição oligopolista e crescimento das multinacionais
1980-Período Atual	Tecnologias de informação e comunicação	Computadores, produtos eletrônicos, software, telecomunicações, serviços de informação	Microprocessadores	Redes de Firmas

FONTE: Freeman e Perez (1988, p.50).

Portanto, o paradigma tecnoeconômico é um conceito proposto por Freeman e Perez (1988, p. 47) que inclui outros elementos na análise do paradigma tecnológico que não apenas o progresso técnico, mas sim fatores socioeconômicos da inovação². Dessa forma, o paradigma tecnoeconômico é definido pelos autores

¹ Segundo Shima (2006, p.345 -346): “O principal objetivo das redes atuais é ampliar a integração e o relacionamento dinâmico entre seus diversos integrantes, numa perspectiva exclusiva de busca e aperfeiçoamento acelerado de tecnologias e de formas de apropriação, através do compartilhamento de recursos e de conhecimentos detidos pelas firmas participantes da rede. Atualmente, as redes de firmas referem-se a configurações de diversas firmas que se articulam em busca de fluxos intra-rede, de conteúdo primordialmente tecnológico.

[...] Nessa perspectiva dinâmica, a rede assume necessariamente uma dimensão global. É global por que as redes se formam num novo ambiente econômico mundial de liberalização e de desregulação geral dos mercados. Isso permite estruturas oligopolistas adotarem estratégias e comportamentos globais.”

² Segundo Tigre (2005, p. 2012), “a literatura neoschumpeteriana enfatiza que as trajetórias que emergem de um paradigma tecnoeconômico raramente são “naturais”, impulsionadas apenas por fatores científicos e tecnológicos externos. Fatores econômicos e sociopolíticos são muito importantes na determinação de trajetórias tecnológicas em diferentes países. O processo de seleção ocorre dentro de um ambiente específico

como uma combinação de inovações de produto, de processos, técnicas e tudo mais que possa envolver o desenvolvimento da tecnologia, acarretando em oportunidades de lucro e investimento do mercado

Nossa concepção de “paradigma tecnoeconômico” é muito mais ampla do que conglomerados de inovação ou sistemas de tecnologia. Estamos nos referindo a uma combinação de produtos correlacionados e processos técnicos, organizacionais e inovações administrativas, encarnando um salto quântico na produtividade para toda ou a maior parte da economia e abrindo um novo alcance de investimento e oportunidades de lucro. Tal mudança de paradigma implica numa nova combinação de vantagens econômicas e técnicas decisivas (FREEMAN; PEREZ, 1988, p. 47-48).

Os paradigmas tecnoeconômicos, quando consolidados, trazem uma reestruturação de todo o sistema, envolvendo ainda uma série de elementos e tendências, como novas qualificações de mão de obra; novo mix de produtos; novos padrões de investimento e novas tendências nas inovações radicais e incrementais que levam à progressiva utilização do fator-chave em questão (FREEMAN; PEREZ, 1988, p. 58-59).

De acordo com Castells (2001), a internet possui a mesma importância no atual paradigma tecnoeconômico atual de Freeman e Perez (1988) do que a eletricidade teve no paradigma anterior:

A Internet é o tecido de nossas vidas. Se a tecnologia da informação é hoje o que a eletricidade foi na era industrial, em nossa época a internet poderia ser equiparada tanto a uma rede elétrica quanto ao motor elétrico, em razão de sua capacidade de distribuir a força da informação por todo o domínio da atividade humana. Ademais, à medida que novas tecnologias de geração e distribuição de energia tornaram possível a fábrica e a grande corporação como os fundamentos organizacionais da sociedade industrial, a internet passou a ser a base tecnológica para a forma organizacional da Era da Informação: A rede (CASTELLS, 2001, p.7).

Ao introduzir mudanças nas condições de produção e de distribuição no conjunto de parâmetros da análise da concorrência capitalista, o conceito de paradigma tecnoeconômico mostra porque as instituições são propulsoras do crescimento em determinados períodos e porque as estratégias competitivas das empresas mudam a medida que inovações vão sendo geradas e difundidas (ROVERE, 2006, p.299).

onde a qualidade das instituições técnicas e científicas, das estratégias do setor privado, dos estímulos e financiamento as inovações cumprem papéis fundamentais”.

Dosi (1982, p.153) define as trajetórias como atividades comuns de solução de problemas técnicos, recorrentes dos padrões produtivos determinados pelo paradigma tecnológico. Segundo Rovere (2006, p. 288), Nelson e Winter (1977), de maneira similar a de Dosi, definiram a trajetória de uma tecnologia como a direção tomada pelo desenvolvimento tecnológico uma vez que as firmas escolheram determinadas tecnologias visando a obtenção de lucros. As trajetórias que são caracterizadas por um conjunto de procedimentos são consideradas pelos autores como trajetórias naturais

As trajetórias tecnológicas decorrem do advento de inovações tecnológicas, que por sua vez, dependem da geração de conhecimento decorrentes do aprendizado. Segundo Rosenberg (2006, p.85), “é possível olhar para a inovação tecnológica como um processo de aprendizagem, como vários processos distintos”.

O processo de aprendizado pode vir de ambas as partes. Rosenberg (2006) enfatiza tanto a importância das inovações introduzidas pelos usuários para o processo de difusão quanto às introduzidas pelos próprios produtores, propondo os termos *learning-by-using* e *learning-by-doing* respectivamente.

No *learning-by-using*, a acumulação de capacidades tecnológicas decorre do uso do processo, e não do processo pelo qual ele é produzido (QUEIROZ, 2006, p.195). Para compreender melhor, podemos tomar como exemplo a internet, na qual cada mudança incremental implementada na tecnologia em seu processo de difusão existiu um período de familiarização com a tecnologia, enquanto as empresas foram aprimorando de maneira a deixá-la da forma mais eficiente possível, otimizando sua operação e minimizando custos. Essas inovações incrementais ocorrem mais ainda a partir da internet 2.0, quando logaritmos dos usuários passam a facilitar ferramentas de busca, por exemplo.

Já o *learning-by-doing*, segundo Rosenberg (2006, p.187), é o aprendizado adquirido meramente pela prática, exigindo participação efetiva no processo produtivo, dependendo da oportunidade de observar o processo na prática e do conhecimento prévio sobre o mesmo. Na maioria das vezes, porém, diferentemente do processo de *learning-by-doing*, as organizações investem para aprender, elas gastam tempo e recursos para expandir suas capacidades tecnológicas. As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são uma fonte importante de aprendizado de diversos tipos (QUEIROZ, 2006, p.196).

Assim, para o sucesso das trajetórias tecnológicas, é importante que ocorra o aprendizado, tanto por parte das empresas, quanto por parte dos usuários. Se os usuários não aprenderem a utilizar uma inovação, ou não descobrirem um valor prático para a mesma, ou uma utilidade superior à obtida com o uso das tecnologias atuais, não a utilizarão e, conseqüentemente, a mesma não terá progresso em sua trajetória dentro do paradigma. Em contrapartida, quanto mais aprendizado houver, mais inovações ocorrerão e a tecnologia terá uma trajetória tecnológica maior. Por outro lado, para que ocorra a melhoria contínua dessa inovação por parte da empresa, é essencial que os usuários transfiram a ela o aprendizado que tiverem através do uso. A partir deste ponto, de acordo com Rosenberg (2006, p.187-189), a empresa reúne os conhecimentos adquiridos através de seu próprio aprendizado – *learning-by-doing* ou aprendizado formal, decorrente do processo de P&D – aos conhecimentos adquiridos através de *feedbacks* dos usuários, do *learning-by-using* e do *learning-by-interacting*.

A distinção entre os tipos de aprendizagem e a definição da importância dela para a difusão tecnológica é feita por Sbicca e Pelaez (2006) da seguinte forma:

A aprendizagem é intrinsecamente relacionada à capacidade de inovar. Ela é tratada como uma atividade social que envolve interações entre pessoas, e que não se dá apenas através da educação formal e da atividade de P&D. A inovação é influenciada pelo aprendizado que pode ocorrer através do aumento da eficiência das operações de produção (*learning-by-doing*), do aumento da eficiência do uso de sistemas complexos (*learning-by-using*) e do envolvimento entre usuários e produtores, resultando em inovações de produto (*learning-by-interacting*) (SBICCA e PELAEZ, 2006, p. 419).

De maneira geral, é necessário que ocorra a aprendizagem para um sucesso da evolução das trajetórias tecnológicas, tanto por parte dos usuários, quanto por parte das instituições que participam do desenvolvimento uma nova tecnologia. Dessa maneira, se fazem presentes o uso de P&D e a melhoria contínua por parte do produtor, assim como os *feedbacks* dos usuários, que interagem e usam a ferramenta em questão.

2 O INÍCIO DA TECNOLOGIA DE REDES

As raízes da internet se encontram em meados dos anos 60 do século passado em um projeto secundário do governo dos EUA. Sua história pode ser dividida em cinco etapas de implementação, onde houve o desenvolvimento de habilidades técnicas dos usuários e aperfeiçoamento dos inventos, como no caso da invenção do TCP³, que conseguiu realizar a comunicação de diferentes máquinas com diferentes redes.

Conforme mostra a tabela 1, a internet pode ser caracterizada como um sistema tecnológico, definido por Freeman e Perez, por se tratar de uma combinação de inovações do produto, de processo, de técnicas organizacionais e administrativas, abrindo um leque de oportunidades de investimento e de lucro (FREEMAN e PEREZ, 1999, p. 48). Cada camada da internet foi inventada e difundida (com exceção da primeira e da segunda, que coexistem), tornando-se inovações de cunho incremental ou radical. Posteriormente, elas foram englobadas no sistema tecnológico que é a internet, sendo difícil separar as tecnologias sem um prévio conhecimento técnico mais profundo da rede.

De acordo com Castells (2000), as camadas da internet ainda representam mais uma característica da revolução tecnológica: “a crescente convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado, na qual as tecnologias antigas ficam literalmente impossíveis de se distinguir em separado” (CASTELLS, 2000, p. 109). Essa afirmação de Castells funciona para a tecnologia de rede, pois a partir do momento em que o design da tecnologia se consolida, as inovações anteriores não tem mais utilidade alguma quando usadas isoladamente.

³ TCP, que vem da sigla Transmission Control Protocol, é um protocolo de camada de transporte orientando a conexão. O TCP, permite que um dispositivo envie um pacote de dados para outro dispositivo de uma mesma rede ou rede diferente, traduzindo as linhas e conectando todas as redes em uma só.

QUADRO 1 – CAMADAS DA INTERNET E SEUS PROTOCOLOS

CAMADA	PROTOCOLO	O QUE É:
5. Aplicação	HTTP, SMTP, FTP, SSH, Telnet, SIP, RDP, IRC, SNMP, NNTP, POP3, IMAP, BitTorrent, DNS, Ping..	É a camada que efetivamente utiliza-se dos recursos da rede implementando os protocolos de aplicação.
4. Transporte	TCP, UDP, RTP, SCTP, DCCP	Protocolos responsáveis pela transmissão dos dados.
3. Rede	IP (IPv4, IPv6), ARP, RARP, ICMP, Ipsec	Identificação do Dispositivo
2. Enlace	Ethernet, 802.11 Wifi, IEEE 802.1Q, 802.11g, HDLCS, Token ring, FDDI, PPP, Switch, Frame relay.	Canais de comunicação que conectam nós adjacentes ao longo do caminho em uma rede. Podendo ser com fio ou sem fio.
1. Física	Modem, RDIS, RS-232, EIA-422, RS-449, Bluetooth, USB	Especificações elétricas e físicas dos dispositivos. Define a relação entre um dispositivo e um meio de transmissão.

Fonte: Adaptado de <http://www.livinginternet.com/>

Castells (2001, p.13) afirma que o princípio da internet surgiu quando a então União Soviética lançou o seu primeiro satélite, o Sputnik I, ultrapassando os Estados Unidos na corrida espacial. Esta disputa ocorreu no período de 1957 a 1975, entre a extinta União Soviética e os Estados Unidos, pela supremacia tecnológica. Esse cenário surgiu em um período de tensão pós-segunda guerra mundial entre estas duas nações, que disputavam a hegemonia política, econômica e militar no mundo. De acordo com Castells (2001, p.13), para os norte-americanos esse lançamento significava que em breve os soviéticos poderiam lançar bombas no espaço e, então, poderiam fazer com que elas caíssem em qualquer lugar da terra. Esse receio fez com que os norte-americanos ficassem alarmados e desenvolvessem programas para desenvolvimento de novas tecnologias.

Dentre vários programas para desenvolvimento de tecnologias, destaca-se para a criação e evolução da internet o “Advanced Research Projects Agency” (ARPA). O projeto tinha autoridade para financiar pesquisa básica em universidades e institutos corporativos com o intuito de melhorar a tecnologia americana e encontrar meios de se defender de possíveis mísseis espaciais soviéticos. Naquele momento, a grande preocupação dos militares americanos estava nos efeitos de um ataque nuclear em suas infraestruturas de comunicações. Afinal, se os Estados Unidos não conseguissem se comunicar após um ataque nuclear, não iriam poder se reagrupar e responder (ISAACSON, 2014, p.242).

De acordo com Isaacson (2015, p. 234), indo muito além do simples financiamento das pesquisas, a ARPA financiou a formação de departamentos de ciência da computação, dando apoio a fundações com pesquisas iniciais e contribuindo para pesquisas como do computador com um sistema operacional com

interface e supervisionando os estágios iniciais da internet. Muitas dessas atividades foram executadas pelo Information Processing Techniques Office (IPTO – Departamento de Técnicas de Processamento da Informação), criado em 1962 com o objetivo principal de criar uma rede que conectaria os computadores dos principais centros de pesquisa e militares norte-americanos (ISAACSON, 2015, p. 234).

J.C.R. Licklider, um programador e psicólogo norte-americano, foi nomeado como primeiro Diretor da IPTO em 1962. Seu objetivo enquanto diretor era continuar as pesquisas sobre o projeto SAGE, programa que tinha como finalidade a criação e implantação de um sistema de defesa contra aviões bombardeiros a fim de criar defesas antiaéreas por radar, geridas por computador contra os bombardeiros soviéticos. Enquanto trabalhava neste projeto, Joseph Licklider notou a importância dos computadores se comunicarem para que o projeto SAGE fosse realmente eficaz (ISAACSON, 2015, p.235).

Licklider havia desenvolvido anteriormente sistemas de comutação compartilhados (ISAACSON, 2015, p. 236), onde vários terminais podiam ser conectados a um mesmo *mainframe* (um computador de grande porte, dedicado normalmente ao processamento de informações para outros computadores conectados) tornando possível que o computador responder quase em tempo real. Essa invenção trouxe um dos dois mais importantes conceitos subjacentes à internet: redes descentralizadas capazes de facilitar a difusão de informação de e para qualquer parte, e interfaces que iriam possibilitar a interação homem-máquinas em tempo real. Apesar da internet não ter surgido ainda a neste ponto da história, pode-se assumir que foi a partir deste momento que se iniciou a trajetória tecnológica da internet. Conforme Rosenberg (1979), a difusão consiste, sobretudo, em um processo de inovações incrementais:

O processo de difusão depende de uma corrente de melhoramentos nas características de rendimento de uma inovação, sua modificação e adaptação progressiva para acomodar-se às necessidades especializadas de distantes submercados e da disponibilidade de introdução de outras inovações complementares que afetam de forma decisiva a atratividade econômica da inovação original (ROSENBERG, 1979p.⁴ apud FURTADO, 2006, p.181)

⁴ Rosenberg, N. (1979) Tecnología Y Economía. Barcelona: Gustavo Gili.

De acordo com Isaacson (2015, p.239) O principal objetivo de Licklider dentro da IPTO - até então pessoal - era conseguir elaborar um processo de *Time-Sharing*, onde os computadores pudessem conversar uns com os outros. Tratava-se de uma inovação incremental do sistema de comutação. Um produto desenvolvido pela empresa General Eletrics, no final de 1950, teria grande impacto nesta trajetória: o Modem, nome esse originado através de um anacronismo de Modulador – DEMulador (YOUNG, 1998, p. 313). Este dispositivo era capaz de converter dados de um computador em sons que passariam através de fios de telefone e depois converteriam esses sons de volta em dados. De acordo com Young (1998, p.313), a nova tecnologia foi combinada ao de sistemas de comutação compartilhada, e, desta forma, o modem compôs a primeira camada da internet e o princípio de *time-sharing*. Este tipo de combinação é comum no meio das inovações tecnológicas. Conforme definido por Furtado (2006, p.97), raramente invenções significativas emergem isoladamente.

Para tornar o *Time-sharing* viável as organizações IPTO e MIT (Massachusetts Institute of Technology) realizaram uma *joint-venture* em 1963 para implementar comercialmente a comunicação entre computadores.⁵ A partir desta cooperação entre as corporações, nasceu o Projeto Mac, e, de acordo com o site *Living Internet*, com este projeto foi possível acomodar até 24 terminais em um mesmo software. A *joint-venture* citada anteriormente reforça a crítica de Rosenberg (1979) sobre a barreira estabelecida pela escola neoclássica entre a inovação, sendo essa exógena ao sistema econômico, e a difusão como endógena. O autor destaca o fato de que deve ser mais notado os aspectos econômicos da atividade inventiva. E é isso que esta parceria entre os dois institutos trouxe, uma série de inovações incrementais sobre o Time-Sharing para que a inovação se tornasse economicamente viável.

Em 1964, segundo Isaacson (2014, p.258-260) o assunto “redes de comutação” começou a chamar mais atenção em grandes centros de pesquisa, como o MIT, RAND Corporation e o Laboratório Nacional de Física da Grã Bretanha. Começaram a serem elaborados diversos artigos de como a comutação de dados seria viável a partir de teorias físicas. Com destaque ao artigo de Paul Baran sobre a

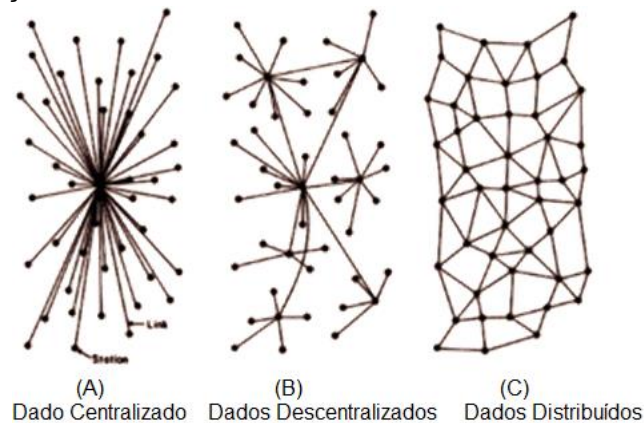
⁵ Informação retirada do site Living Internet (http://www.livinginternet.com/i/ii_ipto.htm)

comutação de pacotes descentralizados, no qual aumentaria a eficiência da comunicação entre os computadores.

Ainda em 1964, Licklider sai da diretoria da IPTO e volta a trabalhar no MIT seguindo sua carreira acadêmica. Já em 1966, Robert Taylor assume diretoria da IPTO com o objetivo de melhorar e evoluir o conceito de rede de computadores, Taylor então contratou o então programador Larry Roberts para ajudar na implementação da conexão de dados entre computadores. Roberts utilizava como princípio a ideia do pesquisador Paul Baran (ISAACSON, p.246). Em 1963, Baran tinha imaginado blocos de dados que fossem espalhados por diversas máquinas, com o controle distribuído e lidas por uma ‘máquina mãe’, a ideia de Baran com os pacotes de dados era tentar elaborar uma rede que pudesse suportar um ataque nuclear (YOUNG, 1998, p. 317). Porém, o sistema de comutação de pacotes de Baran ficou por tempos apenas na teoria, já que lhe faltou apoio de quem pudesse financiar o projeto. Principalmente por conta da AT&T, que inicialmente seria a principal interessada, já ter um sistema em desenvolvimento de circuitos tradicionais.

A teoria de Paul Baran pode ser mais bem compreendida a partir da imagem 1 abaixo:

IMAGEM 1 – COMUTAÇÃO DE PACOTES DE PAUL BARAN



Fonte: <http://www.rand.org/about/history/baran.html>

Até então, os dados eram transferidos centralizados, conforme mostra o desenho A. A sugestão de Baran era mandar o dado dividido em várias partes como ilustra o desenho B e depois juntar todos estes pedaços em um único dado distribuído conforme a ilustração C. Segundo Perez (2010, p. 187), melhorias pequenas como essa em um produto tem um importante impacto na produtividade e

fazem o mercado para a tecnologia aumentarem. Este melhoramento na transmissão de pacotes trouxe exatamente uma maior viabilidade para a transmissão de dados através da rede.

De acordo com os neoschumpeterianos, essa inovação de Paul Baran seria caracterizada como mais uma inovação incremental do sistema de redes, já que ela melhoraria o processo de comutação de dados, tornando o sistema mais rápido e seguro, porém, por conta da falta de investimento a inovação não foi implementada. Assim, reforça-se a teoria de Perez (2010) de que a inovação incremental só ocorre caso o mercado aceite o melhoramento da tecnologia.

Apesar disso, o mercado só veio a aceitar a inovação na rede aperfeiçoada por Baran quando Larry Roberts descobriu os seus trabalhos (ISAACSON, 2014, p.256). O fato de as informações serem colocadas em pacotes é mais uma inovação incremental por se tratar de um aperfeiçoamento do conceito de redes, já que a partir deste momento não se fazia mais necessária à concentração de informações em uma só máquina.

A falta de apoio de Paul Baran para desenvolver a tecnologia mostra como o Estado se faz importante na trajetória tecnológica de uma nova tecnologia. Conforme citado por Manuel Castells:

Entretanto, embora não determine a tecnologia, a sociedade pode sufocar seu desenvolvimento principalmente por intermédio do Estado. Ou então, também principalmente pela intervenção estatal, a sociedade pode entrar num processo acelerado de modernização tecnológica capaz de mudar o destino das economias, do poder militar e do bem-estar social em poucos anos. (CASTELLS, 1999, p.44).

De acordo com Isaacson (2014, p.248), Robert Taylor e Larry Roberts pensando em uma maneira de criptografar os dados de maneira que nem todos pudessem ver os dados que estivessem sendo passados através da rede, passaram a desenvolver um novo tipo de tecnologia que criptografasse os pacotes dados e os traduzisse em seu destinatário final. Então foi desenvolvido o precursor do IP e a terceira camada da internet. O projeto foi inicialmente recusado pelo governo e empresas por conta de não haver segurança suficiente entre essa transmissão. Faltava também apoio das universidades, que não queriam compartilhar seus computadores com outras (ISAACSON, 2014, p. 249).

Para conseguir o apoio das universidades, Wes Clark, criador de um dos primeiros modelos de computador pessoal, expôs para Roberts a ideia de ter um minicomputador de roteamento fornecido pela ARPA, ao invés de conectar diretamente os computadores entre si (ISAACSON, 2014, p.251). Havia três vantagens no modelo de Clark: tirar parte do fardo do computador de grande porte do site principal; dar à ARPA o poder de padronizar a rede e permitir que o roteamento de dados fosse completamente distribuído, em vez de ser controlado por algumas bocas de conexão.

Dessa maneira, de acordo com Isaacson (2014), o projeto do minicomputador-roteador tomou forma e, em 1968, Larry Roberts enviou convites a empresas que quisessem participar de uma licitação para construir minicomputadores a serem despachados para cada centro de pesquisa. Das 140 empresas contatadas, poucas delas aceitaram oferecer propostas. As maiores do mercado, como a IBM declinaram, pois duvidavam que a tecnologia pudesse ser construída a preços razoáveis (ISAACSON, 2014, p. 258).

A BBN - *Bolt Beranek and Newman Inc* - saiu na frente e ganhou a licitação do princípio de roteador da ARPA que viria a se chamar BBN 1822. A empresa não só ganhou a licitação como também aperfeiçoou a ideia proposta por Roberts, de maneira que a rede passou a ter mais confiabilidade.

De acordo com o site *Living Internet*, Os dois primeiros BBN 1822 transmitiram a primeira mensagem entre dois computadores, um em Washington e outro em um campus em Stanford. Apesar do roteador criado pela ARPA ser a peça que fez a comunicação entre dois processadores, este produto tinha inovações agregadas da comutação de pacotes, a criptografia das informações e fazia a transmissão dos dados via telefone.

Nos anos seguintes, de 1970 a 1972, começaram a surgir outras redes de comutação de pacotes que, apesar de similares, não eram conectadas e nem compatíveis (ISAACSON, 2014, p. 272). Neste período surgiram redes que enviavam sinais sem fio, através de UHF e sinais de satélite. Segundo Freeman (1992), existe uma grande distinção entre inovação e imitação. Frequentemente, a imitação e adoção requerem difíceis processos de aprendizado e modificações nos produtos, processos e organizações. Freeman (1982, p. 4) afirma que as imitações trazem uma nova gama de inovações para a tecnologia. Os diferentes tipos de sinais

inventados após o BBN 1822 comprovam a afirmação, já que durante estes dois anos, surgiram várias tecnologias imitadas a partir da comutação de pacotes. Contudo, estas tecnologias similares ajudaram a desenvolver o sinal e a eficiência da comunicação entre computadores (ISAACSON, 2014, p. 272).

Uma das redes foi iniciada por Taylor, que optou sair da IPTO por conta de sua frustração com a burocracia, o sigilo e a falta de perspectivas comerciais (YOUNG, 1998, p.322). A falta de burocracia e os grandes investimentos realizados em pesquisa e desenvolvimento pela Xerox atraíram Taylor para ingressar na empresa no mesmo ano, trabalhando com o projeto de desenvolver o computador mais eficiente da época e que se conectasse em uma rede onde os usuários pudessem compartilhar suas informações e cooperar em seus trabalhos.

Robert Khan era o novo diretor da IPTO, e em 1973, decidiu criar um sistema para conectar as redes que até então eram incompatíveis. Esse projeto foi nomeado inicialmente de “*Internetwork*” e, posteriormente, foi abreviado apenas para “internet” (YOUNG, 1998, p.323). O resultado do projeto foi um protocolo, que especificava como colocar o endereço do destinatário no pacote do cabeçalho e determinava de que maneira os dados viajariam através da rede para chegar ao destino, junto ao protocolo de controle de transmissão, que garantia que os dados não se perderiam ao serem remontados. Esses protocolos ficaram mais conhecidos por suas abreviações: IP e TCP, respectivamente.

A criação da internet se deu através de uma junção de diversas pequenas inovações incrementais e radicais que culminaram em um novo sistema tecnológico. Em entrevista concedida por Paul Baran (2005), um dos fundadores da tecnologia, ao ser indagado sobre quem teria inventando a internet, o cientista faz uma analogia à teoria da corrente evolucionária, que afirma que as inovações raramente são realizadas isoladamente, mas sim acontecem em conjunto para formação de um novo sistema.

O processo de desenvolvimento tecnológico é como a construção de uma catedral. Ao longo de centenas de anos, surgem novos indivíduos e cada um deles coloca um bloco em cima dos velhos alicerces, dizendo “Construí uma catedral”. No mês seguinte, outro bloco é colocado em cima do anterior. Então chega o historiador com a seguinte pergunta: “E então, quem construiu a catedral?”. Peter acrescentou algumas pedras aqui, e Paul outras. Se não tiver cuidado, você pode ser levado a acreditar que fez a parte mais importante. Mas a realidade é que cada contribuição tem que

se seguir à contribuição anterior. Tudo está amarrado a tudo (BARAN, 2005⁶ apud ISAACSON, 2014, p.274).

Ao citar “no mês seguinte, outro bloco é colocado em cima do anterior”, Paul Baran está fazendo uma analogia ao *Path-dependence*, processo esse que ocorreu durante toda a implementação da internet. A definição de *Path-dependence* é feita por Heller (2006) da seguinte forma:

[...] O conceito de Path-dependence – isto é, a ideia de que uma sequência de escolhas econômicas é, a cada momento, condicionada pela situação criada por escolhas anteriores e, ao mesmo tempo, tende a reforça-las sem esta consequência ser considerada pelos agentes que tomam decisões. (HELLER, 2006, p.260)

Segundo Perez (2010), as inovações costumam ter esta dependência de fatores anteriores em sua trajetória por conta do mercado potencial depender do que o mercado já aceitou, e a incorporação de uma nova técnica dependa de bases de conhecimento pré-existent e várias outras fontes de experiência prática (PEREZ, 2010, p. 186).

Dessa forma, pode-se dizer que a partir do momento da elaboração do TCP/IP, o *design* da rede de computadores começou a tomar uma forma única e passou a se chamar de internet. Foi elaborado através de várias inovações incrementais do sistema redes (projeto *Time-Sharing* de Licklider) e radicais (tal como o sistema TCP/IP) que culminaram na tecnologia que viria a ser a rede mundial de computadores. Nesta primeira fase de sua trajetória tecnológica, conforme demonstrado por Perez, a internet teve um crescimento muito pequeno em sua difusão, sendo conhecida apenas em um pequeno nicho e ainda longe de dar suporte a um novo paradigma tecnoeconômico. A partir de 1988, é possível observar que a tecnologia passa a crescer exponencialmente com a consolidação do *design* e com o comprometimento dos produtores e usuários em aprender mais sobre a inovação.

⁶Trecho retirado de entrevista concedida por Paul Baran ao livro *Where Wizards Stay Up Late*, de Hafner e Lyon, (p. 110)

3 TECNOLOGIAS DE REDES EM SEU ESTÁGIO INICIAL DE DIFUSÃO

Enquanto de 1963 a 1973 a tecnologia em redes evoluiu de forma considerável, o resto da década de 80 teve um ritmo mais lento no que envolve a evolução da tecnologia, tanto para o mercado quanto para aprimoramento da ferramenta, que só voltou a ter um rápido crescimento novamente a partir da segunda metade 1988.

Essa desaceleração da evolução da tecnologia se deve em partes a saída de Larry Roberts da diretoria da IPTO em 1974 para coordenar outro projeto de redes na BBN (YOUNG, 1998, p.323) que envolvia a transmissão de pacotes em rede pública. Já a saída de Taylor fez com que a DARPA concluísse sua missão inicial de elaborar uma rede entre computadores diferentes. Dessa forma, passada a licitação, de acordo com o Berkman Center de Harvard, a BBN não tinha exclusividade para ficar com o código-fonte dos roteadores financiados pela DARPA, e houve uma pressão do mercado para que liberassem o código. Buscando se manter em vantagem sob os concorrentes, a BBN justificava que o código dos roteadores estava sempre mudando, e por isso, não adiantaria simplesmente passar um código qualquer, liberando os códigos apenas em 1975.

De acordo com Isaacson (2014, p.396-397), o período de 1973 até o início de 1984, quando foi apresentado ao mundo o Macintosh pela Apple, foi um período de adaptação da tecnologia. As universidades norte-americanas passaram lentamente a usar a internet e conectar seus computadores. No início da década de 1980, a internet começou a atingir departamentos governamentais, como o Departamento de Energia dos Estados Unidos (*Department of Energy – DOE*) e a NASA. Neste mesmo período, os computadores pessoais começaram a surgir no mercado para usuários comuns com interfaces mais simples. Outro fator que ajudou a alavancar a difusão da tecnologia foi uma quebra de monopólio da AT&T, que era detentora do sistema de telefonia do país nos Estados Unidos. Na época, não era permitido ligar nada à linha de telefone sem antes ter uma aprovação. Os modems oferecidos pela companhia eram caros e projetados apenas para uso industrial e militar.

Em mercados clandestinos, começaram a surgir dispositivos que eram acoplados as linhas telefônicas, tal como o *Hush-a-Phone*, dispositivo que melhorava a conexão das ligações e modems clandestinos que funcionavam com

taxas de velocidade maiores e mais baratas dos fornecidos pela AT&T (ISAACSON, 2014, p. 399).

Ao descobrir os dispositivos, a empresa entrou com um processo para tirá-los do mercado e em 1975 a Comissão Federal de Comunicações legalizou a conexão de dispositivos na rede (ISAACSON, 2014, p.400). Dessa forma, em 1981, chegou ao mercado o *Hayes Smart Modem*, um modem barato e de fácil acesso aos usuários comuns. A abertura do mercado de telefonia foi essencial para a continuidade da inovação da tecnologia, já que a concorrência é essencial para a evolução do produto em questão, conforme definem Nelson e Winter (2005) como base para seu modelo econômico evolucionário:

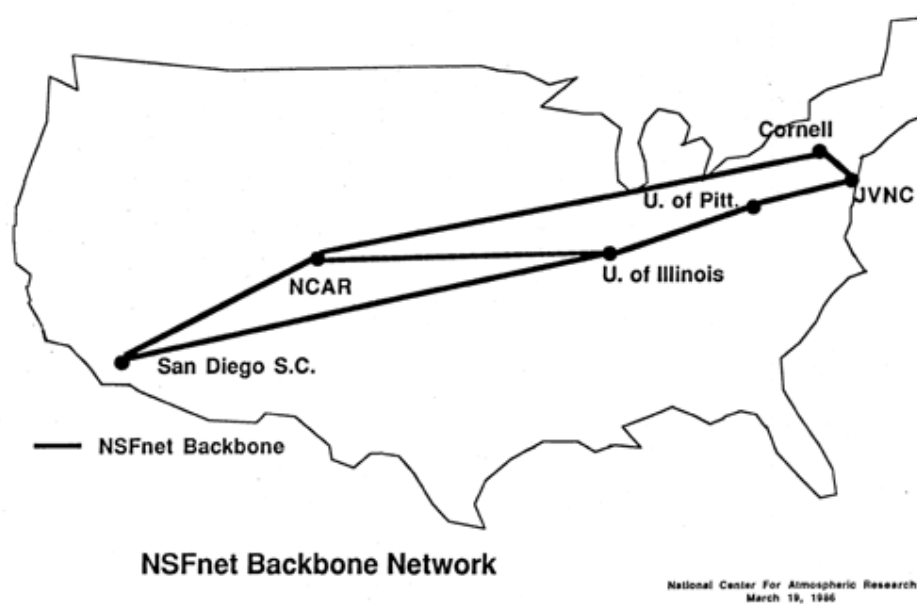
Uma função da concorrência, no sentido estrutural de muitas firmas, seria então tornar essa diversidade possível. Outra função da concorrência, nesse sentido mais ativo, é premiar e realçar as escolhas que se mostram boas na prática e suprimir as ruins. Espera-se que, em longo prazo, o sistema competitivo promova as firmas que na média escolhem bem, e que elimine ou force a reforma das firmas que erram constantemente. (NELSON E WINTER, 2005, p.401)

Em 1984, segundo o site e museu virtual *Internet Hall Of Fame*, a internet dá um grande passo comercial. Paul Mockapetris (1948), então cientista da USC—*University Of Southern California*, criou o *Domain Name System*, mais conhecido como os servidores DNS. Resumidamente, o sistema consiste de grandes bancos de dados espalhados em servidores localizados em várias partes do mundo. Assim, ele alavancou a parte comercial da internet, permitindo domínios públicos, enquanto anteriormente só era possível se comunicar trocando mensagens e e-mails.

De acordo com o site *Internet Hall Of Fame*, no mesmo ano, o governo dos Estados Unidos concede um investimento de \$200 milhões de dólares para, nos cinco anos seguintes, criar centros com supercomputadores que iriam fornecer acesso a toda comunidade de pesquisa norte-americana a partir do programa NSFNet - *National Science Foundation Network* (Fundação Nacional das Ciências de Rede, em uma tradução livre). Em contrapartida, o mercado privado passa a oferecer computadores com conexão pronta, porém o projeto falha em atingir o mercado de usuários comuns, que ainda não viam utilidades em possuir a tecnologia, ainda mais levando em consideração o seu alto custo. Esse investimento do governo norte-americano pode ser considerado como essencial para expansão dessa inovação.

Ainda de acordo com o site *Internet Hall Of Fame*, este investimento do governo teve rápida resposta. No final de 1985, o número de usuários da internet alcançava a marca de 2.000 pessoas conectadas na rede de computadores e, em 1987, chegou a marca de 30.000 usuários: um aumento de 1400%. Em 1986, a internet começou a ficar disponível para computadores comerciais com fiação apropriada e para vários campos universitários, isso graças as tecnologias desenvolvidas para dar suporte a rede, tal como a introdução do computador portátil 'Compaq' que já era adaptador para a internet quanto os grandes centros desenvolvidos pelo NSFNet que alimentavam a rede ao longo dos Estados Unidos conforme mostra a imagem 1:

IMAGEM 2 – SERVIDORES DE INTERNET NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA EM 1986



FONTE: *National Center for Atmospheric Research* (1986).

A partir do momento em que a internet começou a expandir, diversas empresas e o próprio governo norte-americano começaram a buscar uma forma de validar seus programas e produtos relacionados à tecnologia de redes. A USENET, um serviço projetado para ser um fórum de discussões e existia ao longo de toneladas de servidores descentralizados começou a registrar serviços que não estavam disponíveis na ARPA. O fato de empresas começarem a agir junto ao governo norte-americano mostra um avanço na difusão da internet, que começa a passar para a segunda fase da difusão na teoria de Perez (2010, p.88). Nessa fase,

há uma crescente privatização do conhecimento, da experiência técnica e do *know-how* da tecnologia, com as empresas buscando um escopo maior de oportunidades de investimento e lucro (ROVERE, 2006, p.289).

Em 1987, percebendo o potencial comercial do crescimento da internet, a NSFnet passou a fazer acordos com a *Merit Networks*, uma organização sem fins lucrativos que operava rede de computadores e estabeleceu uma parceria com a IBM nos anos 80, o que ajudou a expandir a internet ao redor dos Estados Unidos. Essa parceria entre a *NSFNet* e a *Merit Networks* constituía basicamente em instalar “*T1 BackBones*” na rede, ou seja, um serviço de telefone e internet mais rápidos do que o primeiro modelo, uma inovação incremental que viria a ser fundamental para a utilização e proliferação da tecnologia (*Internet Hall Of Fame*). O *T1 Backbone* pode ser considerado, conforme teoria de Freeman e Perez, como mais uma nova inovação incremental que leva à progressiva utilização do fator-chave.

Com os grandes centros atuando como servidores, em 1988 a internet se expandiu pelos Estados Unidos, resultado advindo da implementação do *T1 Backbone* no país. A expansão aconteceu também internacionalmente: Canadá, Dinamarca, Finlândia, França, Islândia, Noruega e Suécia agora possuíam conexão conjunta através do sistema *T1 Backbone*. Não só a quantidade de linhas entre os centros e universidades avançou como também houve a expansão na linha comercial. Isso graças a um incremento no TCP/IP que descongestionava as linhas e permitia mais usuários se conectarem. É um método usado até os dias de hoje por cerca de 90% dos servidores ao redor do mundo⁷

De acordo com Zakon (2015), a partir de 1989 a internet passa a ter uma expansão contínua no número de usuários conectados. No decorrer dos seus primeiros meses, o número de servidores passaram de 80.000 em janeiro para 130.000 em julho e 160.000 em novembro. Ainda segundo Zakon (2015), neste mesmo período, Austrália, Alemanha, Israel, Itália, Japão, México, Holanda, Nova Zelândia e o Reino Unido começam a ter pontos de rede. Em janeiro, os e-mails comerciais passam a entrar no mercado lentamente pelo estado de Ohio nos Estados Unidos e, assim, novos aumentos de velocidade ocorrem gradualmente.

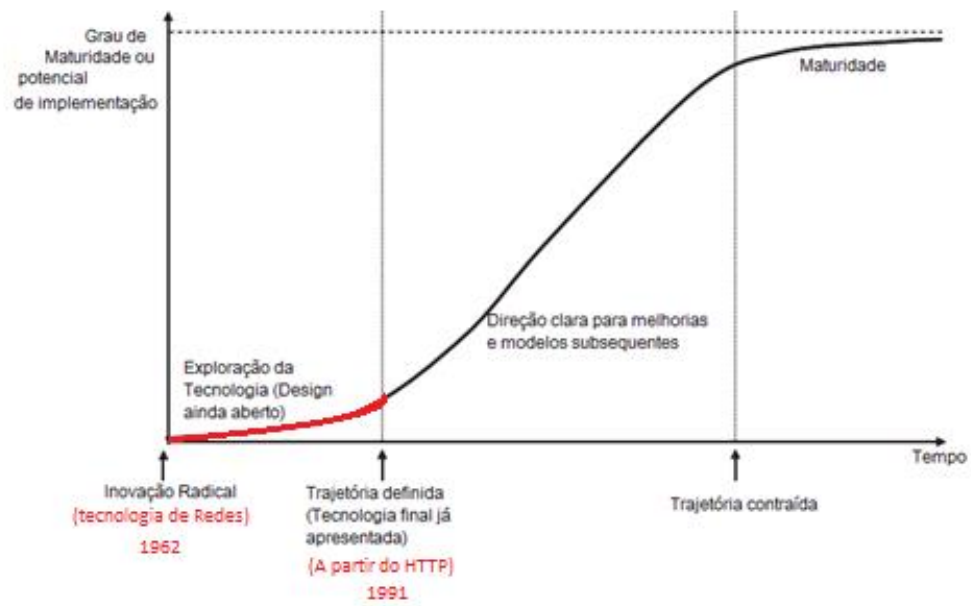
Conforme explica Isaacson (2014, p. 424), Timothy Berners-Lee, um físico britânico, cientista da computação e professor do MIT, estabeleceu a última

⁷ Informação obtida em: <http://www.internethalloffame.org/internet-history/timeline>. Acesso em 03/nov/2015

aplicação para a internet ter a estrutura a qual é conhecida atualmente. Já em 1989, na Suíça, Timothy criou o HTTP, um protocolo de transferência de hipertexto. Com esta tecnologia, a o usuário submete uma mensagem de requisição HTTP para o servidor, criando assim a World Wide Web (ISAACSON, 2014, p.427). O servidor, que fornece os recursos, como textos e outras aplicações retorna uma mensagem resposta para o cliente. Assim como todas as outras tecnologias, ela passou por diversas inovações incrementais até se consolidar, mas foi logo em sua primeira fase que possibilitou a internet começar a se tornar comercial para um usuário comum.

Em 1991, o software que era usado para entrar em domínios públicos já possuía várias versões produzidas para vários tipos de sistemas operacionais e passou a se espalhar com rapidez para a Europa, tendo seu uso difundido rapidamente (ISAACSON, 2014, p.428). O HTTP é a última camada da internet e, com esta inovação, o design da tecnologia conforme conceituado por Perez (2010) foi consolidado, atingindo o segundo passo da trajetória tecnológica, em que o produto é difundido de forma cada vez mais rápida a taxas crescentes. Neste ponto da história, ela se torna um compilado de inovações radicais e incrementais, que foram agregando modificações ao longo de sua existência, melhorando e auxiliando a tecnologia de redes a se moldar, tal como o IP, TCP, os Modems e o HTTP. Dessa forma, pode-se dizer que a partir de 1991, a internet passa a ter sua trajetória já definida, com um *design* consolidado. Conforme se pode observar no gráfico abaixo:

GRÁFICO 2 – INTERNET DENTRO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DE PEREZ



FONTE: baseado em PEREZ (2010, p. 187)

4 OS ANOS 90 E A ABERTURA DA INTERNET PARA O USUÁRIO COMUM

De acordo com o museu digital norte-americano de história da internet, *Internet Hall Of Fame*, 1990 foi o ano em que a ARPA descontinuou o projeto de montar uma rede de conexão entre computadores pelo governo americano e a NSFNET passou a ser a maior detentora dos servidores. Do período em que o projeto iniciou até onde foi cancelado, os servidores de rede passaram de quatro para trezentos mil. Ainda de acordo com o site *Internet Hall of Fame*, Em 1990 alguns países em desenvolvimento passaram a ter conexão entre computadores. Estão entre eles: Brasil, Argentina e Índia.

A abertura da internet para o grande público e o usuário comum começou em grande escala nos anos 90, com o advento do HTTP e os provedores de internet. O provedor precursor foi o America Online, serviço fundado e liderado por Jim Kimsey e Steve Case, caracterizado como um empreendedor schumpeteriano⁸ do ramo (ISAACSON, 2014 p.406). Steve Case iniciou seu empreendedorismo na internet em janeiro de 1983, quando foi contratado para ser um consultor de marketing por Bill Von Maister, CEO da Control Video Corporation, uma empresa que permitia usuários fazerem download de jogos de Atari 2600 via linha telefônica. Justamente pela falta de difusão da tecnologia de downloads, o serviço tinha poucos adeptos e a empresa declarou falência no ano seguinte à entrada de Case (ISAACSON, 2014, p. 407-413).

Em 1985, a Quantum Computer Services (QSC), empresa de serviços online fundada por Jim Kymsey com os remanescentes da Control Video Corporation, contratou Steve Case para ser o vice-presidente de marketing. A QCS tinha como seu principal serviço o Q-Link, que funcionava como um portal online. Este serviço fez muito sucesso, pois fugia do escopo de proposta acadêmica e militar da internet, era um portal que trazia notícias jogos, previsão do tempo, horóscopo, classificados entre outras coisas (ISAACSON, 2014, p.411).

⁸ Para Schumpeter (1911) o empreendedor é definido a partir de sua função de introduzir novas formas de combinações produtivas, revertendo a ordem econômica existente pela introdução de novas formas de organização ou pela introdução de novos bens e serviços. Schumpeter ainda delimita o conceito de empreendedor apenas quando há introdução de novas formas de combinação produtiva, onde Case se encaixa devido ao fato de usar elementos de programação para criar uma nova forma, mais fácil, para se navegar na internet (ISAACSON, 2014, p. 410).

Isaacson (2014, p. 411-412) afirma que em contrapartida, havia um grande problema dentro do Q-link: era um software produzido apenas para computadores *Commodore*, marca que estava perdendo espaço para a Apple e outras empresas dentro do mercado. No início, ao perceber esta perda de força de seu software, Case tentou firmar uma parceria com a Apple e com a Tandy (outra fabricante de computadores), porém não teve muito sucesso e percebeu que o seu produto estava começando a ser fabricado pelos fabricantes de computadores. Dessa forma, Case buscou combinar os usuários de seus serviços em um serviço online integrado, com marca própria e com foco nos serviços online, criando uma separação do hardware e sendo um provedor de serviços da internet (ISAACSON, 2014, p.412).

Em 1991, ao lançar este novo serviço, de acordo com o site *Star Bulletin*, foi decidido mudar o nome da empresa para America Online (conhecida posteriormente como AOL) e Case adotou a seguinte estratégia com o seu novo produto: fazê-lo de simples acesso e com amostras grátis. Foram enviados CDs com discos de software fornecendo dois meses de serviços gratuitos para todos os estados do país. Essa estratégia de Case foi fruto de muito desenvolvimento experimental e serviços técnicos, e pode ser designada dentro da teoria de Freeman e Soete (1997, p.267) como uma estratégia de inovação ofensiva. Este tipo de estratégia de inovação consiste em explorar as novas possibilidades e oportunidades fazendo pesquisas, obter profissionais selecionados e preparados, sistemas de informação e a combinação destes elementos para estar sempre à frente dos seus concorrentes.

De acordo com o Jornal *Interactive Media Lab*, a AOL foi a pioneira no conceito de rede social, tendo um foco maior em salas de bate-papo com focos em interesses, mensagens instantâneas e fórum. Essa estratégia de interatividade foi mais um acerto da companhia e Steve Case, que fizeram que a empresa se sobressaísse sobre seus concorrentes como o Prodigy, fundado pela IBM com foco em compras, e o CompuServe, focado em informação.

Outro fator que ajudou a levar a internet para o mercado e o usuário comum foram à velocidade que a World Wide Web se propagou em 1993, quando passou de cinquenta servidores para quinhentos em um intervalo de apenas um semestre (*Internet Hall of Fame*). Dois acontecimentos ajudaram ao WWW se propagar com taxas tão altas: primeiramente, a alternativa que havia para se acessar a internet, Gopher, além de possuir requerimentos mais complexos, passaria a cobrar

pequenas taxas de acordo com a sua utilização, a invenção de um navegador com capacidades gráficas e de fácil instalação chamado Mosaic (ISAACSON, 2014, p. 429).

Ao se sobressair em relação à alternativa de acesso a internet, pode-se notar como a competitividade supera a inércia de mercado. Segundo PEREZ (2010, p.198), a competitividade mostra o melhor caminho a ser trilhado pela tecnologia e uma ameaça de sobrevivência ao retardatário. Essa teoria se aplica ao que aconteceu ao Gopher, já que de acordo com a revista Fortune Magazine (2000), foi um produto extinto devido sua dificuldade de acesso e tomadas de decisão que não foram aceitas para o mercado, enquanto a World Wide Web tomou medidas mais assertivas para o público em geral.

O navegador Mosaic também, conforme já citado acima ajudou a internet se difundir no mercado. O fator que ajudou este browser ficar tão popular foi o fato de seu criador, Marc Andressen dar muita atenção aos feedbacks recebidos pela comunidade de usuários, fazendo com que constantemente lançasse versões atualizadas de seu programa (ISAACSON, 2014, p.430). Adequando ao Mosaic isoladamente a teoria de difusão tecnológica de Perez (2010, p. 186), percebe-se que os navegadores estavam no início de sua trajetória, com pequenas mudanças ocorrendo através de uma relação entre o usuário e produtor de processos de aprendizado. De acordo com Castells, “as novas tecnologias da informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos” (2000, p.69), é uma forma de aprendizado por interação, ou *learning-by-interacting*, conforme descrito por Sbicca e Pelaez (2006, p. 419). Dessa forma, não bastava apenas Mosaic ser uma ferramenta para o usuário navegar na internet, mas sim ser de fácil acesso e constantemente adaptado para melhorias e, por isso, seu sucesso comercial.

De acordo com a Revista *Fortune Magazine* (2000), um ano após seu lançamento, em 1994, o empresário Jim Clark, fundador da Silicon Graphics (empresa de soluções em hardware e software norte-americana) procurou Andressen para formarem uma nova empresa que viria a se chamar Netscape, outro provedor de serviços online, que ajudou a difundir a tecnologia internet pelos Estados Unidos através de seus serviços de provedor online e navegador, facilitando o acesso e a experiência dos usuários. Também foi uma das primeiras empresas a

abrirem operações na bolsa de valores norte-americana, atingindo um grande sucesso financeiro, com suas ações iniciando por \$28 dólares e passando para \$75 dólares no primeiro dia de operação (REVISTA FORTUNE MAGAZINE, 2000).

Em 1994, começaram a serem desenvolvidos vários portais e negócios empresariais para a internet, tal como a elaboração da Amazon.com. A Pizza Hut, grande rede mundial de pizzarias, abriu a possibilidade de ordens de serviços pela web. Também foi criado, em 1994, o primeiro banco virtual. Esses serviços mostram como a rede de computadores começou a provocar uma mudança significativa de paradigma na economia. Ainda no mesmo ano, o número de usuários passou a crescer cada vez mais e os servidores continuaram a aumentar.

Em 1995, a internet deu um grande passo em seu objetivo de ser um ambiente cada vez menos hostil para o usuário comum e mais aberto para o mercado e o comércio, ficando muito próxima da internet atual de 2015. De acordo com o New Media Institute (2015), neste ano o Windows 95 foi lançado, trazendo uma interface de fácil acesso para o usuário. A evolução do hardware como um todo também é importante para o avanço da internet, levando em consideração que a inovação tecnológica não é uma ocorrência isolada (CASTELLS, 2000, p. 73)

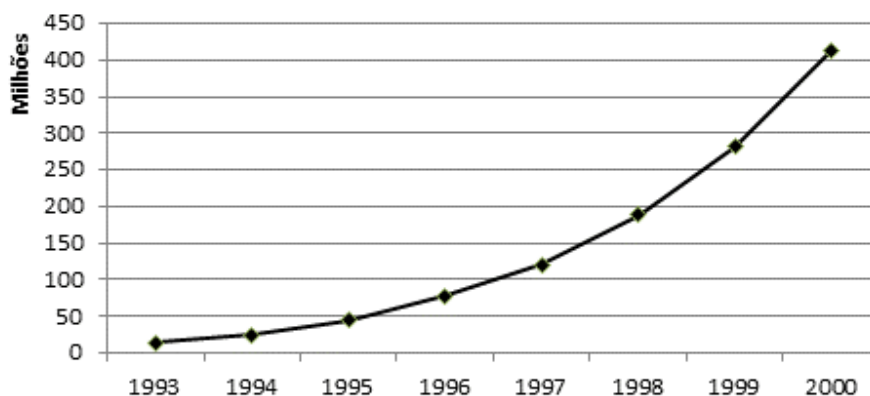
Além disso, ainda de acordo com a revista New Media Institute (2015), houve o anúncio oficial da Amazon.com, a criação da ferramenta de busca Yahoo, o site de leilões E-bay e o navegador Internet Explorer foi lançado pela Microsoft, sendo automaticamente instalado em uma atualização do Windows 95 e posteriormente vindo nativamente em versões futuras. Esse aumento comercial e das empresas privadas de um modo geral na rede de computadores fez com que a NSFNET encerrasse suas operações com a internet e a rede mundial de computadores se tornasse totalmente privada, restando ao governo formar apenas alguns acordos colaborativos entre as redes privadas (CASTELLS, 2000, p.83).

A década de 1990 foi o período em que a internet passou a agir como um catalisador para o novo paradigma tecnoeconômico, impactando mudanças no mercado e na sociedade. Por exemplo, de acordo com a Revista Time (2015), durante o período de 1997 a 2001, ocorreu a primeira bolha do mercado financeiro relacionada a internet, onde as empresas que possuíam um domínio ".com" tiveram suas ações supervalorizadas em um curto período de tempo, logo após ocorrendo uma quebra de mercado, onde brevemente foi recuperada. Essa bolha do mercado

financeiro pode ser analisada como um efeito do paradigma tecnoeconômico sob a teoria de Freeman e Perez (1988, p.59) pelo fato de ser caracterizado pela entrada de novas firmas nos mercados em crescimento (no caso a internet é o mercado em crescimento) devido às oportunidades geradas pela mudança de paradigma.

Os anos noventa deram início à segunda fase da trajetória tecnológica da internet, conforme se pode notar pela sua expansão e o número de usuários que cresceu exponencialmente durante toda a década, conforme gráfico 3 mostrado a seguir. Nessa época, a rede de computadores tinha claramente sua trajetória definida e passou por diversas melhorias, com inovações incrementais de softwares que foram sendo agregados e facilitando seu uso. Além da evolução virtual, houve significativa melhora da capacidade dos computadores, o que facilitou o uso da internet, como por exemplo, o aumento da quantidade de megabytes suportados pelos discos rígidos, a melhora na velocidade de processamento e também o aumento de velocidade dos servidores em geral, acompanhados de uma queda de preço para o usuário comum.

GRÁFICO 3 – NÚMERO DE USUÁRIOS NA INTERNET DE 1993 A 2000



FONTE: INTERNET LIVE STATS (<http://www.internetlivestats.com/internet-users/>) (Elaboração por União Internacional de Telecomunicações (ITU) e Divisão de População das Nações Unidas).

5 A WEB 2.0 E A CONSOLIDAÇÃO DE UM NOVO PARADIGMA TECNOECONÔMICO

Apesar da tecnologia já ocupar sua posição dentro do mercado e sociedade, a internet não atingiu a sua maturidade como tecnologia nos anos 2000. Ela foi reinventada e abriu um novo escopo de funções com a ascensão da Web 2.0 por volta de 2004, quando o termo foi usado pela primeira vez pela empresa norte-americana O'Reilly Media (O'REILLY, 2005, p.17). Esta é a segunda geração de serviços online e caracteriza-se por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo. A Web 2.0 refere-se não apenas a um determinado período tecnológico, mas também a uma combinação de técnicas informáticas (outros serviços web e novas linguagem de programação específicas para a rede) e a um conjunto de novas estratégias mercadológicas.

De acordo com O'REILLY (2007, p.18 a 20), a Web 2.0 funciona como um núcleo ao redor do qual gravitam princípios e práticas que aproximam diversos softwares e hardwares que o seguem, sem poder delimitar fronteiras precisamente. Entre os princípios, está a solução online de serviços, que antes só podiam ser usados através de programas instalados no computador, por exemplo. Outro princípio, enfatizado pelo autor, é a chamada "arquitetura de participação", no qual o sistema incorpora recursos de compartilhamento e interconexão. Segundo o autor (2000, p. 20), quanto mais pessoas usam os serviços, melhores e mais completos estes se tornam. Castells (2000) já havia definido essa interação e convergência como uma característica desta revolução tecnológica:

[...] Então, uma quinta característica dessa revolução tecnológica é a crescente convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado no quais trajetórias tecnológicas antigas ficam literalmente impossíveis de se distinguir em separado. Assim, a microeletrônica, as telecomunicações, a optoeletrônica e os computadores são todos integrados em um único sistema de informação (CASTELLS, 2000, p.108)

Segundo Freeman e Perez (1988, p. 59), o paradigma traz uma prática nova e melhor de organização da produção, o que começou a ocorrer com mais intensidade a partir da Web 2.0, onde os produtores de conteúdo e as empresas encontraram a melhor forma comercial e estrutural de fornecerem seus serviços.

Em 2011, segundo relatório divulgado pelo Instituto Global McKinsey (2015, p.2), a internet movimentou cerca de oito trilhões de dólares na economia global através do comércio virtual, sendo usada em todos os países, em todos os setores, pela maioria das empresas e por mais de dois bilhões de pessoas, ainda com tendência de crescimento. Segundo a pesquisa, o total de contribuição ao PIB (Produto Interno Bruto) advindo da internet entre os anos de 2008 e 2010 foi maior que o de países como Espanha e Canadá no mesmo período, além de apresentar taxas de crescimento mais elevadas que o Brasil. Além disso, a internet já representa uma fatia maior do PIB nos países desenvolvidos do que setores melhores estabelecidos e a mais tempo, como energia e agricultura, por exemplo. Ainda assim, o relatório mostra que a tecnologia de redes apresenta potencial para expansão, já que em regiões desenvolvidas como o Reino Unido e a Suécia, a internet representa 9% do PIB, enquanto que em outros nove países estudados, a contribuição é de apenas 3%.

Uma consequência da arquitetura de participação de O'Reilly sobre a Web 2.0 é a colaboração da sociedade na internet. A partir desse período, a sociedade de um modo geral passou a compartilhar suas opiniões, pensamentos e experiências através de ferramentas como *Podcasts*, *Blogs* e Redes Sociais em geral. Logo, o continuo crescimento de usuários da tecnologia nos anos 2000 pode ser definido por CASTELLS (2000) como uma consequência da difusão tecnológica:

Ademais, quando as redes se difundem, seu crescimento se torna exponencial, pois as vantagens de estar na rede crescem exponencialmente, graças ao número maior de conexões, e o custo cresce em padrão linear. Além disso, a penalidade por estar fora da rede aumenta com o crescimento da rede em razão do número em declínio de oportunidades de alcançar outros elementos fora da rede. (CASTELLS, 2000, p.108)

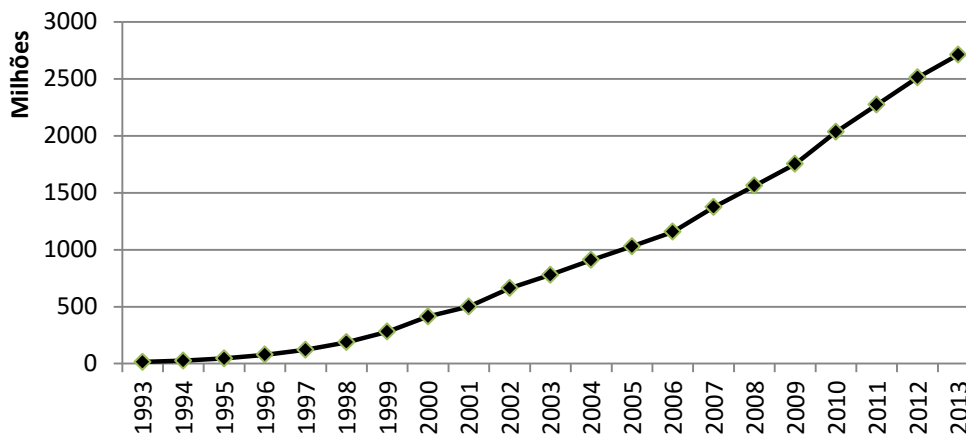
Esta contribuição dos usuários pode explicar o fato de países mais desenvolvidos terem uma maior representação da Internet em seus respectivos PIBs. De acordo com a pesquisa desenvolvida pelo *McKinsey Global Institute* (2011), apesar de cerca de 500.000 empregos terem sido extintos por conta do advento e popularização da internet, a tecnologia foi responsável pela criação de 1.2 milhões de empregos ao redor do mundo. Logo, países desenvolvidos geraram mais emprego através dessa tecnologia que era mais difundida em sua respectiva região. Essa estatística ajuda a compreender o novo paradigma tecnoeconômico e entender

suas eventuais consequências, tais como mudar estruturas organizacionais e exigir novas qualificações de mão-de-obra da população de um modo geral, conforme definido por Freeman e Perez (1988).

De acordo com Castells (2000, p.108), outro fator que a consolidação de um novo paradigma traz é de que “todos os processos de nossa existência individual e coletiva são diretamente moldados pelo novo meio tecnológico.” Essa característica se torna cada vez mais evidente com o advento da Web 2.0 e as ferramentas de redes sociais e interorganizacionais. A Web 2.0 contribuiu com essa mudança garantindo o grande e contínuo crescimento da internet após os anos 2000. Castells (2014) afirma que após a introdução e difusão da Internet na sociedade, a população em geral passou a ter a individualidade como principal orientação de comportamento social e adotar uma cultura de autonomia. O autor ainda afirma que o hábito com maior aspecto de ‘comunidade’, anteriormente estabelecido, passou a ser levemente abandonado em termos de família, espaço, trabalho e atribuições gerais após a popularização da tecnologia.

A Web 2.0 é um aperfeiçoamento do primeiro modelo de internet, advindo de seus próprios usuários. Essa melhora e mudanças técnicas do invento são definidas por Rosenberg (1979), segundo Furtado (2006, p.183) como parte da vida útil da tecnologia, diferentemente do que pensavam os teóricos no início do período pós-guerra, no qual definiam que os aperfeiçoamentos ocorriam apenas no momento da invenção. O impacto desse aperfeiçoamento fez com que a internet tivesse seu número de usuários em constante crescimento elevado nos anos seguintes, conforme gráfico abaixo:

GRÁFICO 4 – NÚMERO DE USUÁRIOS NA INTERNET – DE 1993 A 2013



FONTE: INTERNET LIVE STATS (<http://www.internetlivestats.com/internet-users/>) (Elaboração por União Internacional de Telecomunicações (ITU) e Divisão de População das Nações Unidas).

Outro impacto trazido por um paradigma tecnoeconômico segundo Freeman e Perez (1988) é o aumento significativo da produtividade quando comparado em relação ao paradigma anterior. A internet auxiliou trazendo grande impacto na produtividade, conforme mostra relatório apresentado pelo Instituto McKinsey (2014):

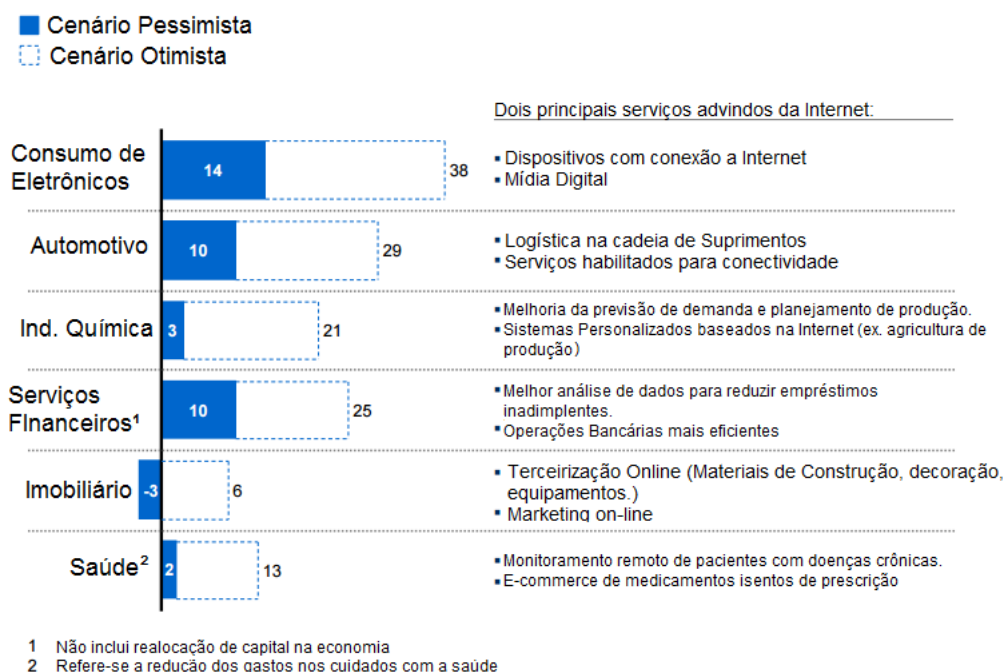
Conforme as empresas abraçam as tecnologias Web profundamente nos principais setores da economia, as suas operações se tornam mais eficientes, transmitindo em ganhos de produtividade. Enquanto esse processo em primeira instância parece tirar os trabalhadores de seus trabalhos existentes, a internet também cria novos mercados para produtos e serviços inovadores, aumentando a demanda por trabalhadores com habilidades digitais (*McKinsey Global Institute*, p.1, 2014)

A pesquisa ainda afirma que a adoção da Internet em pequenas e médias empresas teve um impacto desproporcional no crescimento da produtividade chinesa, que foi tomada como objeto de estudo pelo instituto por ser a nação com o maior crescimento em comércio eletrônico do mundo. Segundo o relatório, a internet diminui barreiras à entrada e aumenta a competitividade, acarretando em um crescimento acelerado das empresas mais inovativas. Essa dinâmica faz com que o desempenho da economia dentro do país melhore significativamente. Além disso, nas pequenas e médias empresas estudadas, as que trabalhavam diretamente com

internet ou que tiravam proveito da tecnologia, forneciam mais do que o dobro de empregos do que as outras empresas, além de terem maior receita total.

Para exemplificar melhor, o instituto elaborou um gráfico com a previsão do impacto econômico da adoção da internet em diversos setores da economia chinesa, e quais serão os serviços e tecnologias relacionados à rede que trarão este impacto. Através da tabela anexa ao gráfico 5, pode-se notar que a internet gera novas tendências de inovações incrementais e radicais, levando a intensiva utilização do fator-chave em questão, conforme Freeman e Perez (1988) dissertaram sobre paradigmas. Os principais serviços também reforçam outra característica dada a este paradigma por Castells (2000, p.108) de que as tecnologias são desenvolvidas para agir sobre a informação.

GRAFICO 5 – PREVISÃO DA CONTRIBUIÇÃO DAS APLICAÇÕES ADVINDAS DA INTERNET NO CRESCIMENTO DO PIB NO PERÍODO DE 2013-2025 EM SETORES QUE TERÃO IMPACTO SUBSTANCIAL NA ECONOMIA CHINESA



FONTE: McKinsey Global Institute (2014, p.7).

Outra imposição que a internet fez frente à economia foi a mudança na forma de organização industrial, que deixou de ter o modelo Fordista como base, onde a competição oligopolista prevalecia em combinação ao crescimento elevado de multinacionais. A Economia de Redes como fator chave deste novo paradigma e o

crescimento da participação das pequenas e médias empresas na economia não ocorre de forma heterogênea. Segundo Poon e Swatman (1996, p. 360-361), seguindo a comercialização e popularização da internet, muitos dos pequenos empresários de pequenos negócios começaram a compartilhar experiências através do meio eletrônico, e, em setores comuns, as empresas acabam minimizando a competitividade e maximizando a cooperação, montando uma rede de serviços, fornecedores, distribuidores em comum, além de combinarem esforços para lançarem inovações no mercado.

Apesar da internet já ser um sistema tecnológico bastante difundido e popularizado, analisado o potencial que ainda possui sobre a economia, de acordo com Perez (2010, p.188), não se pode dizer que a tecnologia esteja chegando a sua total maturidade em sua trajetória, conforme descrito pela autora:

A Maturidade é atingida quando as possibilidades inovadoras do sistema começam a entrar em declínio e os mercados começam a saturar. O ponto chave aqui é que tecnologias individuais não são produzidas isoladamente. Elas entram em um contexto que influencia fortemente o potencial e já está modelada pelas suas inovações anteriores dentro do sistema (PEREZ, 2009, p.108)

De acordo com a teoria de Perez (2010), não se pode chegar à conclusão que a internet está chegando a sua maturidade, pois, apesar de alguns mercados estarem bem consolidados e sem muitas possibilidades de abertura para outras empresas entrarem no ramo - como é o caso do Google, onde a empresa já detém 90% de Market-Share das ferramentas de busca da internet, segundo a Empresa Statista em julho de 2015 - a todo o momento surgem novas empresas com serviços inovadores que reinventam a interação de seus usuários com a tecnologia, conforme definido por Castells (2000, p.108): “a morfologia da rede parece estar bem adaptada à crescente complexidade de interação aos modelos imprevisíveis do desenvolvimento derivado do poder criativo e dessa interação”. Dessa forma, é difícil dizer quando a internet estará chegando a sua maturidade de acordo com a teoria neoschumpeteriana dos modelos de difusão, já que, ciclicamente a tecnologia se adapta e muda o mercado de maneiras diferentes, podendo tomar como exemplo o crescimento do uso de rede nos dispositivos móveis, onde o número de usuários cresceu de 400 milhões em 2007 para 2 bilhões em 2015, de acordo com o Centro de Pesquisa Morgan Stanley em 2015.

6 O PAPEL DO GOVERNO COMO AGENTE CATALISADOR DA DIFUSÃO

Conforme enfatizado pelos autores neoschumpeterianos, a inovação é uma condição necessária para a capacidade competitiva do mercado. Para aumentar a competitividade das empresas nacionais, os governos cada vez mais buscam programas para promover o desenvolvimento de inovações tecnológicas por meio de políticas para estimular a inovação e do fortalecimento da capacidade de aprendizagem dos indivíduos (VASCONCELOS; CYRINO, 2000). Assim, o apoio público é fundamental para estimular a inovação tecnológica. Segundo Freeman, algum apoio público para as atividades de pesquisa básica realmente provou ser essencial, inclusive nos países menos desenvolvidos cujas principais preocupações estão voltadas para a importação, a imitação, a assimilação e o aprimoramento das tecnologias já disponíveis no exterior. (FREEMAN e SOETE, 1997, p. 637).

Pelo fato de ser uma rede mundial conectada distribuída por redes e servidores autônomos, a internet opera sem um órgão governamental sobre a tecnologia. Segundo Carpenter (1996), por conta de ser um governo descentralizado, cada país constituinte escolhe quais tecnologias e protocolos vai implementar a partir das normas técnicas voluntárias que são desenvolvidas pela IETF (Internet Engineering Task Force, ou Força Tarefa de Engenharia da Internet em uma tradução livre), uma instituição a qual cria padrões para manter a usabilidade e a operação entre a internet independente do servidor.

Apesar disso, o governo teve papel fundamental na difusão da internet, principalmente o norte-americano. No estado inicial da tecnologia, segundo Mazzucato (2014, p.112), o papel do estado norte-americano tratava de direcionar dentro da ARPA recursos, áreas e orientações específicas, além de abrir novas janelas de oportunidade e intermediar as interações entre os agentes públicos e privados no desenvolvimento tecnológico, incluindo entre o capital de risco público e privado. Foi apenas com o apoio do governo para o avanço tecnológico no campo da informática que levou ao estabelecimento de um novo paradigma para as políticas de tecnologia. Essa estratégia contribuiu para o desenvolvimento da indústria da informática e muitas das tecnologias incorporadas posteriormente ao projeto do computador pessoal foram desenvolvidas por pesquisadores financiados pela ARPA.

O governo norte-americano contribuiu também com todo o incentivo realizado posteriormente para que Universidades adotassem a tecnologia e o contínuo investimento, mesmo quando o objetivo inicial já tinha sido ultrapassado. Além de criar fundações como a NSFnet, que além de ter sido um programa de incentivo financeiro para o desenvolvimento da tecnologia, hoje é um dos principais servidores de Internet do mundo. Segundo Mazzucato (2014), esse papel do Estado é essencial na inovação.

O papel do Estado não se limita a criação de conhecimento por meio de universidades e laboratórios nacionais, mas envolve também a mobilização de recursos que permitam a difusão do conhecimento e da inovação por todos os setores da economia. E faz isso mobilizando as redes de inovação existentes ou facilitando o desenvolvimento de novas, que reúnam um grupo diverso de partes interessadas. (MAZZUCATO, 2014, P.71)

Além disso, ainda segundo Mazzucato (2014, p.91), o mercado privado não tem grandes interesses em investir em pesquisa básica, por conta do horizonte de tempo necessário para haver um retorno seja mais longo do que projetos os quais não são necessários esse tipo de investimento. Como a internet necessitou de muita pesquisa básica antes de ser posta pela primeira vez em prática, ainda mais, para dar o retorno esperado, seria muito improvável que a tecnologia tivesse sua inovação e difusão iniciada no setor privado.

O papel do Estado na área de inovação é amplamente discutido, já que a teoria convencional justifica essa intervenção quando o retorno social do investimento é maior do que o retorno privado. Porém, observa-se que muitos países, em especial os mais desenvolvidos, investem muito mais em pesquisa em desenvolvimento do que o cálculo de retorno social ou privado (inovações como o acelerador de Partículas LHC e a ida do homem a lua são grandes exemplos). Segundo Keynes (1926), “o importante para o governo não é fazer coisas que os indivíduos já estão fazendo, e fazê-las um pouco melhor ou um pouco pior, mas fazer aquelas coisas que no momento não são feitas de forma alguma”. E foi exatamente essa a atitude dos Estados Unidos em seus projetos da ARPA, onde atraiu grandes pensadores e pesquisadores da informática para formar a IPTO.

Block (2008) identifica as principais características do modelo ARPA e que, garantiram o seu sucesso:

1. Uma série de escritórios relativamente pequenos, geralmente formados pelos melhores cientistas e engenheiros da área, com autonomia e orçamento para apoiar ideias promissoras.

2. Estes escritórios funcionam de forma proativa ao invés de reativa, e trabalham para definir uma agenda para os pesquisadores do campo. O objetivo é criar uma comunidade científica com presença em universidades, setor público e corporações voltadas para desafios tecnológicos específicos que precisam ser superados.
3. O financiamento é dado a um mix de pesquisadores de universidades, start-ups, empresas estabelecidas e consórcios industriais. Além disso, os funcionários da ARPA são estimulados a cortar o financiamento de grupos que não estão fazendo progresso e realocar recursos para outros mais promissores.
4. As atribuições da agência se ampliam para ajudar as empresas a levar os produtos até o estágio da viabilidade comercial, indo além do financiamento da pesquisa.
5. Parte da agência é usar seu papel de supervisão para fazer a ligação de ideias, recursos e pessoas dos diferentes centros de P&D, sempre de forma construtiva. (BLOCK, 2008, p.7)

Todos os pontos colocados por Block realizados pela ARPA são inviáveis para o setor privado, pelo fato de não trazer como resultado o lucro em espécie, e sim a difusão da nova tecnologia. Por isso, o autor denomina o governo norte-americano da época como “Estado de rede desenvolvimentista” (2008, p.6).

O papel do governo na difusão da tecnologia não se limitou apenas ao início da tecnologia, afinal, o Senador Al Gore aprovou em 1991 e 1992 as Leis da Computação do Alto Desempenho e à Lei da Tecnologia Científica avançada, respectivamente (ISAACSON, 2014, p. 415). Essas leis permitiam que redes comerciais, tais como a AOL e a Netscape, se conectassem com a rede de pesquisa dirigida pela Fundação Nacional das Ciências e tivessem subsídios para entrar no mercado.

Já na vice-presidência, Al Gore também propôs a Lei da Infraestrutura Nacional de Informação em 1993, o que tornou a internet amplamente disponível ao público em geral e levou a tecnologia para a esfera comercial, de modo que seu crescimento pudesse ser financiado por empresas privadas, além de receber investimento governamental (ISAACSON, 2014, p.415).

A partir disso, pode-se observar que nos dois principais momentos de sua criação e no seu estágio de viabilidade comercial, a internet precisou de ajuda governamental para assumir o capital de risco, que foi assumido através de subsídios e programas governamentais.

CONCLUSÃO

A trajetória tecnológica das redes, culminada na criação da internet, pode ser analisada claramente dentro do modelo de interpretação da dinâmica capitalista elaborada por Freeman e Perez (1988), e permite compreender como uma tecnologia pode colaborar para um novo paradigma econômico, tendo em vista que foi através de uma combinação de diversas tecnologias combinadas que a Internet surgiu, se tornou um sistema tecnológico e acabou alterando a produtividade de maior parte da economia e os comportamentos da sociedade como um todo, através da instantaneidade e o contínuo compartilhamento da informação. Os paralelos feitos com a teoria neoschumpeteriana realizados no trabalho são vários: inovações radicais e incrementais em tecnologias complementares, novos padrões tecnológicos apropriação de aprendizado externo, rotinas de busca por inovações um constante *learning-by-interacting* e *learning-by-doing*. Cada camada da internet, quando criada, pode ser considerada como uma inovação de cunho incremental ou radical, que mudou o aspecto da tecnologia conhecida na época, como é o caso do TCP, que fez com que qualquer computador de qualquer sistema operacional pudesse se comunicar com outro computador diferente, modificando os paradigmas até então estabelecidos de redes.

As melhorias no processo aconteceram devido a constantes rotinas de busca tanto da ARPA e IPTO quanto das empresas envolvidas. Essas rotinas eram tanto internas quanto externas, tendo em vista que a IPTO não só tinha seu centro interno de pesquisa e desenvolvimento, como também buscava projetos inovadores em universidades e empresas, caracterizando tanto o aprendizado *learning-by-doing* quanto o *learning-by-interacting*, respectivamente. O *learning-by-interacting* só aumentou com o advento da Web 2.0, onde a colaboração dos usuários é o que mantém vivo os serviços prestados pela tecnologia de um modo geral.

Destaca-se também o importante papel que o governo teve no processo de difusão e que, sem ele, provavelmente não teria os mesmos aspectos e importância da qual se tem hoje. Isso se deve, de acordo com Mazzucato (2014), por conta da falta de apetite do mercado por pesquisa básica e por facilitações na difusão que só poderiam prover por meio institucional, tal como o desenvolvimento de leis.

Apesar de mostrar através do trabalho como a história da internet tem um paralelo com a teoria neoschumpeteriana de paradigmas tecnoeconômicos e definir quando ela passou da fase de exploração da tecnologia, definiu e consolidou o design e passou a ter uma trajetória definida, ainda não é possível dizer se a internet já está passando ou quando passará pela terceira e última fase da trajetória, que é quando a tecnologia atinge sua maturidade e sua difusão começa a ser contraída, pois a todo o momento a tecnologia está em constante renovação, não sendo possível dizer ou prever quando será atingida a sua maturidade.

REFERÊNCIAS

BERKMAN CENTER FOR INTERNET& SOCIETY, Harvard. **Brief History of the Domain Name System**. Disponível em: <https://cyber.law.harvard.edu/icann/pressingissues2000/briefingbook/dnshistory> > Acesso em: 25/10/2015

BLOCK, **Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States 2008**. Disponível em: <<http://innovate.ucsb.edu/wp-content/uploads/2010/04/Block-swimming.pdf>> Acesso em: 27/10/2015

CASTELLS, M. **A SOCIEDADE EM REDE – VOLUME 1**. Tradução de Roneide Venancio Majer com a colaboração de Klauss Brandini Gerhardt. Editora Paz e Terra, 2000.

_____. **A GALAXIA DA INTERNET – REFLEXÕES SOBRE A INTERNET, OS NEGÓCIOS E A SOCIEDADE**. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Editora Zahar, 2003, Rio de Janeiro – RJ.

_____. ***The Impact of the Internet on Society: A Global Perspective*** Disponível em: <<https://www.bbvaopenmind.com/en/article/the-impact-of-the-internet-on-society-a-global-perspective/?fullscreen=true>> Acesso em: 15/11/2015

DOSI, G. **Technological Paradigms and Technological Trajectories**. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.319.868&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 26/10/2015

FORTUNE MAGAZINE. ***The Fortune of Netscape History***. Disponível em: <web.archive.org/web/20060427112146/http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune_archive/2005/07/25/8266639/index.htm> Acesso em: 23/10/2015

FREEMAN, C; SOETE, L. ***The Economics of Industrial Innovation, 1997***. Capítulo 1 Disponível em: <<http://users.dcc.uchile.cl/~cguiter/cursos/INV/economics.pdf>> Acesso em: 26/10/2015

FREEMAN, C. ***Innovation And Long Cycle Of Economic Development, 1982***. Disponível em <http://www.enterrasolutions.com/media/docs/2013/02/JoseCassiolato_2.pdf> Acesso em: 26/10/2015

FREEMAN, C; PEREZ, C. **Structural Crises Of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour, 1988**. Disponível em:

<<http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/StructuralCrisesOfAdjustment.pdf>>
Acesso em: 27/10/2015

FURTADO, A. Difusão Tecnológica: um debate Superado. *In*: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. J. K. (orgs.). **Economia da inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 168-210.

INTERACTIVE MEDIA LAB. **Aol History**. Disponível em:
<http://iml.jou.ufl.edu/projects/fall2000/mcatee/> Acesso em: 16/10/2015

INTERNET DATA CORPORATION. Disponível em: <<http://www.idc.com/>> Acesso em: 15/05/2015

INTERNET HALL OF FAME. **Timeline**. Disponível em:<<http://www.internethalloffame.org/about>> Acesso em: 26/10/2015

ISAACSON, W. **Os Inovadores – Uma Biografia da Revolução Digital**. Tradução de Berilo Vargas, Luciano Vieira Machado, Pedro Maia Soares, São Paulo, SP: Editora Cia das Letras, 2014

KEYNES, J. **The End of Laissez-Faire**, 1926. Disponível em:
<<http://www.panarchy.org/keynes/laissezfaire.1926.html>> Acesso em: 26/10/2015.

LA ROVÈRE, Renata L., A. Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas. *In*: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. J. K. (orgs.). **Economia da inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 285-301.

LEVI, Margaret. 1997 “**A Model, a Method and a Map: Rational Choice in Comparative Analysis**”. in LICH BA CH , Mark Irving e ZUCKERMAN , Alan (eds.), Comparative Politics: Rationality, Culture and Structure. Nova York, Cambridge University Press.

LIVING INTERNET. **A história da Internet**. Disponível em:
<<http://www.livinginternet.com/>> Acesso em: 26/10/2015

MAZZUCATO, M. O Estado Empreendedor – **Desmascarando o Mito do Setor Público vs Setor Privado**. Tradução de Elvira Serapicos. São Paulo, SP: Editora Portfolio Penguin, 2014.

MCKinsey Global Institute. ***Internet Matters: The Net's Sweeping Impact on Growth, Jobs, and Prosperity***. Disponível em:

<http://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/homepage/2011%20june%20internet%20economy/mgi_internet_matters_full_report.ashx> Acesso em 15/11/2015.

China's Digital transformation: The Internet's Impact on productivity and growth. Disponível em:

<http://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/insights/high%20tech%20telecoms%20internet/chinas%20digital%20transformation%20the%20internets%20impact%20on%20productivity%20and%20growth/mqi%20china%20digital-full%20report.ashx>> Acesso em: 15/11/2015

National Center for American Research, ***Our History***. Disponível em:

<<https://www2.ucar.edu/about-us/history>> Acesso em: 26/10/2015

New Media Institute. ***History Of Internet***. Disponível em:

<<http://www.newmedia.org/history-of-the-internet.html?page=4>> Acesso em: 27/10/2015

NELSON R.; WINTER, G. ([1982]2005). ***Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica***. Campinas, SP: Editora da Unicamp

O'REILLY, Tim. ***What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software***. O'Reilly Publishing, 2005. Disponível em:

<<http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>> Acesso em: 25/10/2015

PEREZ, C. ***Technological revolutions and Techno-economic Paradigms***. In: *Cambridge Journal of Economics*, setembro de 2009. Disponível em:

<<http://cje.oxfordjournals.org/content/33/4/779.full.pdf+html?gca=33/4/779&sendit=Get+All+Checked+Abstract%28s%29>> Acesso em: 13/10/2015.

RAND CORPORATION. ***Paul Baran and The Origins of Internet***. Disponível em:

<<http://www.rand.org/about/history/baran.html>> Acesso em: 27/10/2015

ROSENBERG, N. ***Por Dentro da Caixa-Preta: Tecnologia e Economia***. Tradução: José Emílio Maiorino. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2006.

SBICCA, A.; PELAEZ, V. Sistemas de Inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. J. K. (orgs.). **Economia da inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p.415-448.

SCIENCE. ***The Invention of T1 BACKBONE***. Disponível em: <<http://science.opposingviews.com/t1-internet-backbone-4857.html> T1> Acesso em: 14/10/2015

Star Bulletin Journal. ***Steve Case immerses himself in life after AOL***. Disponível em: <http://archives.starbulletin.com/2006/08/01/business/story03.html>> Acesso em: 26/10/2015

Statista. **Crescimento do número de usuários em mídias**. Disponível em:<<http://www.statista.com/markets/413/e-commerce/>> Acesso em: 15/05/2014

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Editora Fundo de Cultura S. A. Edição online de OrdemLivre.org, disponível em: <<http://ordemlivre.org/posts/capitalismo-socialismo-e-democracia-joseph-schumpeter>> Acesso em: 05/10/2015.

SHIMA, W. Economia de Redes E Inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. J. K. (orgs.). **Economia da inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 333-362.

STONEMAN, P.; DIEDEREN, P. ***Techonology Diffusion and Publicy Policy*** In: The Economic Journal, p. 918-930. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2234987>> Acesso em: 26/10/2015

TAVARES, M. C. (2000) “Subdesenvolvimento, Dominação e Luta de Classes”. In: TAVARES, M. C. (2000) (org.) **Celso Furtado e o Brasil**. São Paulo, Fundação Perseu Abramo.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006, 5ª reimpressão.

Time. ***What Did We Learn From the Dotcom Stock Bubble of 2000?***.Disponível em: <<http://time.com/3741681/2000-dotcom-stock-bust/>> Acesso em:19/10/2015

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, A. B. **Vantagem competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional.** In: Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 4, p. 20-37, out./dez. 2000.

World Bank Data **Número de usuários da internet.** Disponível em:
<<http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2>> Acesso em: 15/05/2014

YOUNG, JOFFREY S. ***Forbes Greatest Technology Stories: Inspiring Tales of the Entrepreneurs and Inventors Who Revolutionized Modern Business.*** Setembro 1998.

ZAKKON, ROBERT H. ***HOBBS INTERNET TIMELINE 12.*** Disponível em:
<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/> Acesso em: 26/10/2015